

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2020.T.111.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

AXROROVA MUNIRA IBRAGIMOVNA

**PASSIV QUYOSH ISITISH TIZIMLARI UCHUN ENERGIYA
TEJAMKOR SHAFFOF TO‘SIQLARNING ISSIQLIK
SAMARADORLIGINI OSHIRISH**

05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Qarshi – 2024

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Axrorova Munira Ibragimovna

Passiv quyosh isitish tizimlari uchun energiya tejamkor shaffof to'siqlarning issiqlik samaradorligini oshirish..... 3

Ахророва Мунира Ибрагимовна

Повышение тепловой эффективности энергосберегающих прозрачных ограждений для пассивных солнечных систем отопления..... 25

Akhrorova Munira Ibragimovna

Improving the thermal efficiency of energy-saving transparent barriers for passive solar heating systems..... 49

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 53

**QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/30.09.2020.T.111.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

AXROROVA MUNIRA IBRAGIMOVNA

**PASSIV QUYOSH ISITISH TIZIMLARI UCHUN ENERGIYA
TEJAMKOR SHAFFOF TO‘SIQLARNING ISSIQLIK
SAMARADORLIGINI OSHIRISH**

05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Qarshi – 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/T4697 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Buxoro muhandislik-texnologiya institutida bajarilgan
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) ilmiy kengash veb-sahifasida (www.qmi.uz) va «Ziyouet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyouet.uz) joylashtirilgan

Ilmiy rahbar: **Maxmudov Maxsud Idrisovich**
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar: **Axadov Jobir Zamirovich**
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Fayziyev To'liq Amirovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot: **"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti huzuridagi PhD 03.30.09.2020 T 111.03 raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil 23 11 soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 180100, Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225-uy, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti konferensiyalar zali. Tel.: (+99875) 224-02-89, faks (8375) 224-13-95, e-mail: kci@wdu.uz)

Dissertatsiya bilan Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutining Axborot-resurs markazida tamishish mumkin (№ 119 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 180100, Qarshi shahri, Mustaqillik ko'chasi, 225-uy. Tel.: (+99875) 224-02-89, faks (8375) 224-13-95, e-mail: kci@wdu.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil 12 11 kuni tarqatildi.
(2024 yil 11 11 dagi № 25 raqamli reestr bayonnomasi)



G.N. Uzoqov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash r.a. / U.S. Professor

X.A. Davlonov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash ilmiy kotibi / U.S. Associate Professor

B. Urishev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qo'shildagi ilmiy seminar raisi / U.S. Professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Jahonda turar-joy binolarini isitish uchun energiya sarfini kamaytirish maqsadida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish, samaradorligini oshirish, quyosh isitish tizimlaridan, passiv quyosh isitish tizimlarini qo'llash asosida yoqilg'i energiya resurslarini tejash, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish orqali turar-joy binolarini isitish tizimi samaradorligini oshirish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi vaqtda tarmoqlar bo'yicha umumiy energiya iste'molining 22,8 foizi (90,646 million TJ) turar-joy binolari uchun sarflanadi¹. Turar-joy binolarini isitish uchun sarflanadigan an'anaviy yoqilg'i energiya resurslarini tejashda mavjud turar-joy binolarining konstruktiv tuzilishining xilma-xilligi jarayonni murakablashtiradi. Turar-joy binolarining energiya ta'minotida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish energiya resurslarini ma'lum darajada tejash imkonini beradi. Shuning uchun turar-joy binolarida energiya bilan ta'minlash muammolarini hal qilishda passiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanish samarali va istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Shuni e'tiborga olib, turar-joy binolarini isitish uchun energiya sarfini kamaytirish maqsadida passiv quyosh isitish tizimiga ega energiya tejamkor shaffof to'siqlarning issiqlik samaradorligini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda turar-joy binolarini quyosh isitish tizimlaridan passiv va aktiv turlarini yangi muhandislik yondashuvlari asosida takomillashtirishning ilmiy-texnikaviy asoslarini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolari isitish tizimining ish tamoyili, ularda sodir bo'ladigan issiqlik-texnik jarayonlarining matematik modellarini ishlab chiqish, issiqlik samaradorligini baholash, massa almashinuvi jarayonini tadqiq qilish, issiqlik jamlovchilarning yangi turlarini tanlash, geometrik o'lchami, issiqlik-fizikaviy parametrlarining optimal va ratsional qiymatlarini aniqlash, isitish tizimining energiya samaradorligini oshirishda passiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanish bo'yicha olib borilayotgan ilmiy izlanishlar ustuvor hisoblanadi. Shu sababli, turar-joy binolariga integratsiyalashgan passiv quyosh isitish tizimlarida energiya tejamkor qurilmalarni ishlab chiqish, tizimning samaradorligini oshirish va ularning issiqlik-texnik parametrlarini ilmiy asoslash dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda turar-joy binolarini isitish uchun sarflanadigan energiya miqdorini kamaytirish maqsadida tabiiy yoqilg'i-energiya resurslarni tejashga qaratilgan qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish, energiya tejamkor texnologiyalar va tizimlarni joriy etish, passiv quyosh isitish tizimlarining samaradorligini oshirish bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28 yanvardagi

¹ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCSHareBySector>

PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”² gi farmonida “...uy-joy-kommunal xo‘jaligi, ijtimoiy soha ob‘yektlari va boshqa sohalarda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini keng joriy etish va energiya samaradorligini oshirish...” bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirishda, xususan, turar-joy binolariga quyosh isitish tizimlarini integratsiya qilish, shaffof to‘siqlar orqali issiqlik yo‘qotilishlarini kamaytirish, izolyatsion materiallarning optimal o‘lchamini aniqlash, isitish tizimi uchun energetik qurilmalarning geometrik va issiqlik-texnikaviy parametrlarini optimallashtirish, issiqlik xossalarini hisoblashning takomillashgan usulini ishlab chiqish va joriy etish muhim hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 9-sentabrdagi PF-220-sonli “Energiya tejavchi texnologiyalarni joriy qilish va kichik quvvatli qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi farmoni, 2019-yil 4-oktabrdagi PQ-4477-son “2019-2030-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi, 2023-yil 16 fevraldagi PQ-57-son “2023 yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining IV. “Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish usullarini ishlab chiqish, nanotexnologiya, fotonika va boshqa zamonaviy texnologiyalar asosida yangi texnologiyalar va qurilmalar ishlab chiqish” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Quyosh isitish tizimlaridan passiv isitish tizimini ishlab chiqish, turli xil issiqlik akkumulyatorlarini qo‘llash, geometrik va issiqlik-texnikaviy parametrlarini optimallashtirish, shuningdek ularning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini baholash bo‘yicha taniqli xorijlik olimlar, jumladan, J. Douglas, R. Dennis, E. Morse, J. Duffi, E. Mazria, B. Anderson, X. Zhang, A. Morgan, A. Bolatturk, O. Kon, I. Alsurakji, R. Abdallah, A. Mahmoud, Amjad El-Qanni, O. Kaynakli, C. Yuce, O. Dogan, N. Daouas, Subhash Mishra, S. Varshney, A. Dombayci, H. Ozturk, M. Mousa, M. Almarshadi, A. Ucar, F. Balo, W. Yang, Д.А. Михеев, В.М. Захаров, Н.Н. Смирнов kabi yetakchi olimlar katta hissa qo‘shishgan.

Respublikamizda passiv quyosh isitish tizimlarini rivojlantirish va takomillashtirish bo‘yicha R.R. Avezov, N.R. Avezova, Yu.K. Rashidov, M. Kenisarin, G‘.N. Uzoqov, K.A.Samiyev, O. Azimov, A.S. Dusyarov va boshqalar tomonidan tadqiqot ishlari olib borilgan. Xususan, ular tomonidan quyosh passiv isitish tizimini ishlab chiqish turar-joy binolarida harorat rejimlarini ta‘minlash,

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

dinamik mikroiklim tizimlarini yaratish, isitish tizimi uchun energetik qurilmalarning geometrik va issiqlik-texnikaviy parametrlarini optimallashtirish, ularning issiqlik hisobi uchun ilmiy asoslarini ishlab chiqish va rivojlantirish, shuningdek ularning energiya samaradorligini oshirish, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini baholash borasida ilmiy tadqiqot ishlari bajarilgan.

Turar-joy binolarini isitish tizimlari uchun energiya tejash nuqtai nazaridan yuqorida nomlari keltirilgan tadqiqotchilarning ilmiy ishlari passiv quyosh isitish tizimlarida ma'lum ijobiy natijalar bilan qo'llanilsada, ammo passiv quyosh isitish tizimlari uchun energiya tejamkor shaffof to'siqlarning issiqlik samaradorligini oshirish bo'yicha taqdiqotlar yetarli darajada amalga oshirilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Buxoro muhandislik-texnologiya instituti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining "Iqtisodiyot tarmoqlarida elektr va issiqlik ta'minoti tizimlarining ishonchliligi va samaradorligini noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanib oshirish tadbirlarini tadqiq qilish va ishlab chiqish" mavzusidagi ilmiy-tadqiqot ishlari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi passiv quyosh isitish tizimlari uchun energiya tejamkor shaffof to'siqlarning issiqlik samaradorligini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

turar-joy binolariga integratsiya qilingan passiv quyosh isitish tizimining energiya samaradorligini oshirish imkonini beruvchi suyuqlikli deraza blokiga ega isitish tizimining issiqlik sxemasini ishlab chiqish;

shaffof to'siq, suyuqlik, sirkulyatsiya nasosi, uch tomonlama klapan, suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar, kengaytirish baki, sovuq suv kiradigan quvur, boshqaruvchi mikrokontrollerdan iborat bo'lgan energiya tejoychi suyuqlikli deraza blokining eksperimental qurilmasini ishlab chiqish;

shaffof to'siqli deraza blokiga ega turar-joy binolarining issiqlik xususiyatlarini hududning iqlim sharoitini hisobga olgan holda aniqlash imkonini beruvchi issiqlik balansi tenglamalari matematik modelini ishlab chiqish;

passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolarining tashqi devorlari izolyatsiya qatlami qalinligining optimal qiymatini gradus-sutkalari asosida hisoblovchi kompyuter dasturini ishlab chiqish;

tabiiy sharoitda o'tkazilgan tajriba tadqiqotlari natijalarini umumlashtirish asosida suyuqlikli deraza blokidan chiquvchi suv haroratini kunning istalgan vaqti uchun quyosh radiatsiyasi, shamol tezligi va atrof-muhit haroratiga bog'liq holda aniqlash imkonini beradigan empirik tenglama olish.

Tadqiqotning obekti sifatida energiya tejoychi shaffof to'siqli deraza bloki energetik qurilmasi hamda qurilmaning issiqlik-texnik parametrlari qabul qilingan.

Tadqiqotning predmeti energiya tejoychi shaffof to'siqli deraza blokida sodir bo'ladigan issiqlik jarayonlari va passiv isitish tizimlarining issiqlik samaradorligini tadqiq qilish hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida quyosh nurlanish energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirish, matematik modellashtirish, sonli hisoblashlarda

issiqlik texnikasining nazariy asoslari, o'xshashlik va o'lchamliklar nazariyasi, tabiiy sharoitda tajriba tadqiqot o'tkazish va natijalarni umumlashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk marotaba turar-joy binolarini isitish tizimlariga suyuqlikli deraza blokini integratsiyalash orqali binoning energiya samaradorligini oshirish imkonini beradigan, shaffof to'siq, suyuqlik, sirkulyatsiya nasosi, uch tomonlama klapan, suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar, kengaytirish baki, sovuq suv kiradigan quvur, boshqaruvchi mikrokontrollerdan iborat suyuqlikli deraza blokining issiqlik sxemasi ishlab chiqilgan (FAP 2527);

isitish uchun sarflanadigan an'anaviy energiya resurslarini tejash imkonini beradigan, shaffof to'siq, suyuqlik, sirkulyatsiya nasosi, uch tomonlama klapan, suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar, kengaytirish baki, sovuq suv kiradigan quvur, boshqaruvchi mikrokontrollerdan iborat bo'lgan energiya tejoychi suyuqlikli deraza bloki qurilmasi ishlab chiqilgan;

tashqi havo, quyosh nurlanish energiyasi, shamol tezligi, turar-joy binosi konstruksiyalarining issiqlik-texnik parametrlarini hisobga olgan holda, suyuqlik oqimli deraza bloklari uchun issiqlik balansi tenglamalarining statik va dinamik holatlardagi harorat rejimini hisoblash imkonini beradigan matematik model ishlab chiqilgan;

suyuqlikli deraza bloki issiqlik rejimini tajribaviy tadqiqot natijalarini umumlashtirish asosida quyosh nurlanish energiyasi, shamol tezligi va atrof-muhit haroratiga bog'liq holda deraza blokidan chiquvchi suyuqlik haroratini kunning istalgan vaqti uchun aniqlash imkonini beradigan empirik tenglama olingan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

turar-joy binolariga integratsiya qilingan passiv quyosh isitish tizimiga ega deraza bloki issiqlik samaradorligini oshirish maqsadida suyuqlikli deraza bloki qurilmasi ishlab chiqilgan;

passiv quyosh isitish tizimiga ega suyuqlikli deraza blokini issiqlik-texnik hamda izolyatsion materialning optimal qiymatini amaliy va nazariy ma'lumotlarni taqqoslash uchun Python kompyuter dasturi yordamida modellashtirilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Ilmiy tadqiqot ishlarining ishonchliligi zamonaviy tadqiqot usuli va o'lchash vositalari yordamida olinganligi, eksperimental tadqiqot natijalarini tekshirishda ishonchli hamda sinalgan modellashtirish usullaridan foydalanilganligi, tajribalarning tabiiy sharoitda o'tkazilganligi, olingan hisobiy va tajribaviy natijalarning mosligi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, suyuqlikli deraza blokida harorat rejimi, quyosh radiatsiyasi, atrof muhit harorati, issiqlik-texnikaviy va geometrik parametrlariga bog'liqligini hisoblash imkonini beruvchi issiqlik balansining matematik modeli, issiqlik balansi tenglamalari, issiqlik jarayonlarini matematik modellashtirish va hisoblash algoritmi yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati, turar-joy binolarida passiv quyosh isitish tizimidan foydalanish hisobiga an'anaviy yoqilg'i-energetik resurslarini tejash va atrof-muhitga CO₂ chiqindilari miqdorini kamaytirishga xizmat qiluvchi takomillashtirilgan suyuqlikli deraza bloki ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Turar-joy binolarida energiya tejash va issiqlik samaradorligini oshirish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

suyuqlikli deraza blokiga ega isitish tizimining issiqlik sxemasi uchun O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi "Intellectual mulk markazi" davlat muassasasi tomonidan foydali modelga patent guvohnomasi olingan (№ FAP 2527; 27.06.2024). Natijada, turar-joy binolariga integratsiya qilingan energiya tejamkor suyuqlikli deraza bloki qurilmasi ishlab chiqilgan.

suyuqlikli deraza bloki qurilmasi "Buxoro issiqlik manbai" DUK binosida joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligining 2024-yil 27-iyundagi №04-13-4445-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, suyuqlikli deraza bloki qurilmasi bilan isitish mavsumida birlik yuzaga uchun 24 706 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishilgan;

turar-joy binolarining tashqi devorlarida energiya yo'qotilishlarini kamaytirish maqsadida optimal o'lchamlari ilmiy asoslangan izolyatsiya materiali "WEGA SHOP STROY" MChJ ko'p qavatli turar-joy binosida joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligining 2024-yil 27-iyundagi №04-13-4445-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, turar-joy binolarining tashqi devorni izolyatsiya materiali (mineral tola) bilan qoplash orqali yillik isitish va sovutish mavsumida tashqi devorning birlik yuzasida 78,501 kVt·soat yoqilg'i energiyasini tejashga hamda 23 158 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 4 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha jami 20 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, shu jumladan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan 1 ta xalqaro va 5 ta respublika jurnallarida ilmiy maqola, xalqaro jurnallarda 2 ta maqola, xalqaro va respublika ilmiy anjumanlarda 8 ta tezis nashr etilgan hamda Adliya vazirligi huzuridagi "Intellectual mulk markazi" davlat muassasasi tomonidan 1 ta foydali modelga patent va 3 ta EHM dasturiga mualliflik guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, ilovalar, 49 ta rasm va 37 ta jadvaldan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusi doirasida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, ilmiy tadqiqot ishi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, dissertatsiya mavzusi bo'yicha xalqaro va respublika

miqyosidagi ilmiy tadqiqotlarning o'rganilganlik darajasi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari keltirib o'tilgan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, ilmiy ishlarni chop etilganlik haqidagi ma'lumotlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Passiv quyosh isitish tizimlari tahlili va ilmiy tadqiqot holati”** nomli birinchi bobida jahonda va respublikamizda mavjud passiv quyosh isitish tizimlarining konstruktiv yechimlarining tahlili, passiv quyosh isitish tizimlaridan foydalanishning hozirgi holati va mavjud quyosh isitish tizimlarining imkoniyatlari tahlili keltirilgan. Jahonda va respublikamizda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, turli konstruksiyali suyuqlikli deraza bloklarining issiqlik samaradorligiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar: optimal geometrik o'lchamlari, shaffof to'siqlarning issiqlik izolyatsiyasi, issiqlik-texnikaviy parametrlari taqdim etilgan.

Passiv quyosh isitish tizimida suyuqlikli deraza bloklarini qo'llash orqali suyuqlik haroratini o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlikni to'liq quyosh energiyasi yordamida qoplash, ushbu tizimni joriy etish bo'yicha texnologik yechimlarni ishlab chiqish, suyuqlik oqimli deraza bloklarini iqtisodiy samaradorligini baholash bo'yicha yetarlicha tadqiqot ishlari amalga oshirilmagan.

Olib borilgan tadqiqot va tahlillar asosida passiv isitish tizimiga ega turar-joy binolarini isitish uchun energetik samaradorlikni oshirishga erishish ko'lami doirasida dissertatsiyaning maqsad va vazifalari shakllantirildi.

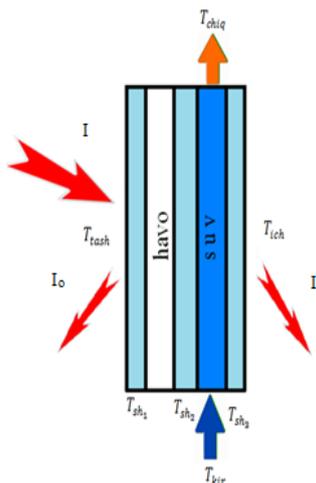
Respublikamiz iqlim sharoitlariga moslashtirilgan suyuqlikli deraza bloklarini ishlab chiqish, turar-joy binolari uchun deraza oynalari yuzasini kattalashtirish, shaffof to'siqlar sonini va issiqlik izolyatsiyasini oshirish, geometrik o'lchamlarini optimallashtirish kabi vazifalarni hal qilish orqali qurilmaning samaradorligini oshirish mumkinligi asoslab berildi.

Dissertatsiyaning **“Passiv quyosh isitish tizimi orqali shaffof to'siqlarida sodir bo'luvchi issiqlik jarayonlarini modellashtirish”** nomli ikkinchi bobida suyuqlik oqimli deraza bloki uchun passiv isitish tizimining issiqlik xossalari bo'yicha nazariy tadqiqot natijalari, statsionar va nostatsionar jarayonlar uchun matematik modellardan foydalangan holda olingan natijalarning tahlillari keltirilgan. Statsionar va nostatsionar jarayonlar uchun tuzilgan matematik modellardan olingan natijalar tajriba sinovi natijalari bilan taqqoslash yo'li orqali sinovdan o'tkazilgan. Chegaraviy shartlarning murakkabligi tufayli differensial tenglamalar sonli usullar yordamida, chekli ayirma usuli bilan yechilgan va hisoblash algoritmi Python dasturlash tilida amalga oshirilgan.

Tadqiqot natijalari 4 xonali na'munaviy turar-joy binosining issiqlik parametrlarini inobatga olgan holda, suyuqlikli deraza blokining issiqlik-texnikaviy parametrlarini va tashqi devor izolyatsiya materiali qatlamining o'lchamlarini o'rganishga bag'ishlangan.

Uch qatlamli suyuqlik oqimli deraza bloki uchun energetik samaradorlikni baholashning statsionar matematik modelini tuzish uchun uch qatlamli deraza blokida quyosh nuralnishi va haroratlar taqsimoti 1-rasmda tasvirlandi.

Suyuq moddalar orasida issiqlik sig'imi katta bo'lgan suyuqlik suv hisoblanadi. Shu sababli ko'plab tadqiqotchilar hisoblash ishlarida suyuqlik sifatida suvdan foydalanishgan.



1-rasm. Uch qatlamli deraza blokida suyuqlik oqimi.

1-rasmdagi T_{sh_1} –birinchi shaffof to'siq, T_{sh_2} – ikkinchi shaffof to'siq, T_{sh_3} –uchinchi shaffof to'siq, T_{ich} – ichki muhit, T_{kir} – shaffof to'siqqa kiruvchi suvning harorati, T_{chiq} – shaffof to'siqdan chiquvchi suvning harorati, I , I_o , I_i – quyosh nurlanishi mos ravishda sirtga tushuvchi, sirdan qaytuvchi va sirdan o'tgan nurlanish.

Suyuqlikli deraza blokidan chiquvchi suv haroratini quyidagicha ifodalaymiz:

$$T_{chiq} = \frac{IA_u + \alpha_{ich}T_{ich} + \alpha_{tash}T_{tash} + \dot{m}cT_{kir}}{\dot{m}c + \alpha_{ich} + \alpha_{tash}}. \quad (1)$$

Suyuqlik qatlami o'zlashtirgan foydali issiqlik oqimi Q , (Vt/m^2).

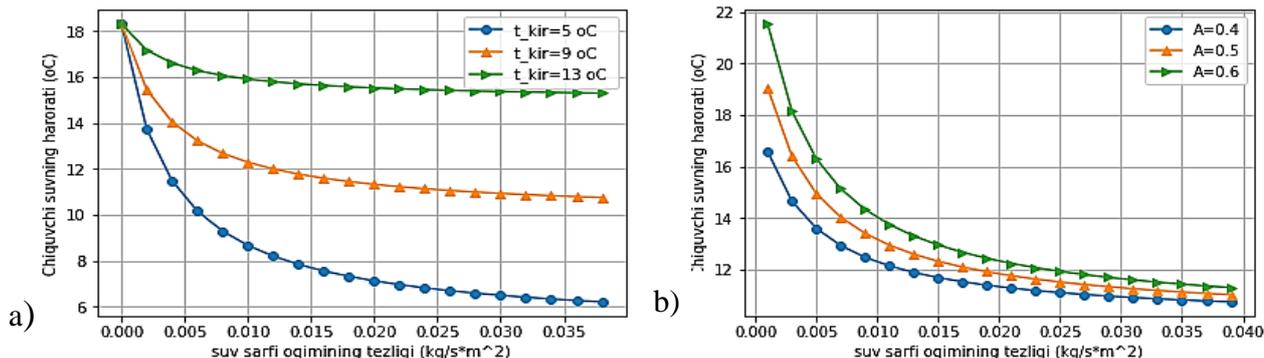
$$Q = \dot{m}c(T_{chiq} - T_{kir}). \quad (2)$$

Suyuqlik qatlami o'zlashtirishi mumkin bo'lgan maksimal issiqlik oqimi:

$$Q = \frac{\dot{m}c}{\dot{m}c + \alpha_{tash} + \alpha_{ich}} (IA_u + \alpha_{ich}(T_{ich} - T_{kir}) + \alpha_{tash}(T_{tash} - T_{kir})). \quad (3)$$

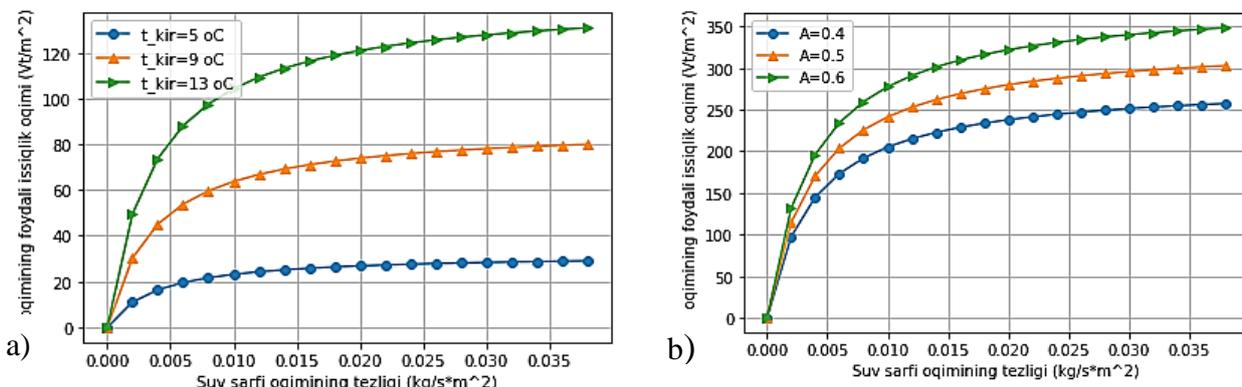
bu yerda α_{tash} , α_{ich} – tashqi va ichki muhitning konvektsiya yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyentlari, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; A_u – suv oqimining nur yutish koeffitsiyenti.

2- rasmda suv oqimining sarfi bilan tizimdan chiquvchi suv haroratining o'zgarishi orasidagi bog'liqlik grafigi keltirilgan.



2-rasm. Tizimdan chiqayotgan suvning harorati (T_{chiq}): (a) T_{kir} -ning o'zgaruvchi qiymatlarida, A_u -doimiy; (b) A_u -ning o'zgaruvchi qiymatlarida T_{kir} -doimiy.

3- rasmda suv oqimining sarfi bilan issiqlik oqimining o'zgarishi orasidagi bog'liqlik grafigi keltirilgan.



3-rasm. Suv oqimli deraza blokida suv tomonidan o'zlashtirilgan issiqlik oqimi: (a) T_{kir} -ning o'zgaruvchi qiymatlarida, A_u -doimiy; (b) A_u -ning o'zgaruvchi qiymatlarida T_{kir} doimiy.

Demak, sonli usulda olingan natijalar tadqiqotlarni suyuqlik sarfini kichik qiymatlari uchun o'tkazish samarali ekanligini ko'rsatdi.

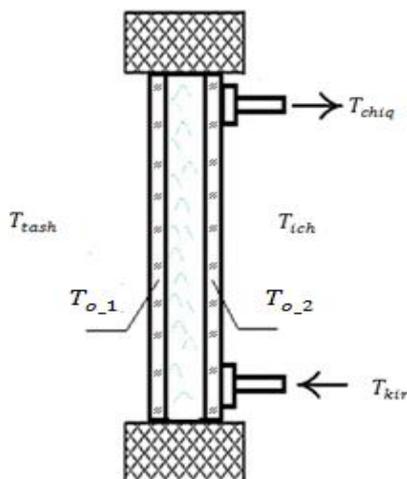
Nostatsionar holat uchun issiqlik balans tenglamasi tashqi oyna, ikkinchi(xona ichidagi) oyna va shaffof to'siqlar orasida joylashgan suyuqlik(suv) parametrlari uchun tuzildi(4- rasm).

Suyuqlikli deraza bloki uchun energetik samaradorlikni baholashning nostatsionar matematik modeli. Tashqi oyna uchun issiqlik balans tenglamasi atrof-muhit harorati, atrof-muhit bilan nurlanish yo'li bilan issiqlik almashinuvi, suyuqlik qatlami bilan konvektiv issiqlik almashinuvi va quyosh nurining issiqlik energiyasini yutilishini hisobga olgan holda issiqlik balasining matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$c_{o,1}m_{o,1}\frac{dT_{o,1}}{d\tau} = \alpha_{n,tash}F_1(T_{o,g} - T_{o,1}) + \alpha_{k,tash}F_1(T_{o,1} - T_{tash}) + \alpha_{k_1-s}F_1(T_s - T_{o,1}) + (\tau\alpha)_1F_1I, \quad (4)$$

bu yerda $c_{o,1}$, - tashqi oyananing solishtirma issiqlik sig'imi, $J/(kg \cdot ^\circ C)$; $m_{sh,1}$ - o yana massasi, kg ; $T_{o,1}$ - tashqi oyan harorati, K ; τ - vaqt, s ; $\alpha_{n,tash}$ - tashqi oyanadan atrofga nurlanish yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_{k,tash}$ - tashqi oyandan atrofga konveksiya yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_{k_1-s} - tashqi oyanadan suyuqlikka konveksiya yo'li bilan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/m^2 \cdot ^\circ C$; $(\tau\alpha)_1$ - tashqi oyananing effektiv nur yutish koeffitsiyenti; F_1 - tashqi oyananing yuzasi, m^2 ; I - tashqi oyanaga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi Vt/m^2 , T_{tash} - atrof-muhit harorati, K ; $T_{o,g}$ - atrof-

muhitning nurlanish (osmon gumbazining) temperaturasi, K ; T_{o_1} – birinchi oyna harorati, K ; T_s - suyuqlik harorati, K .



4-rasm. Ikki qatlamli shaffof to‘siqlar orasidagi suyuqlik oqimi va haroratlar taqsimoti.

Ichki oyna uchun issiqlik balans tenglamasi:

$$c_{o_2} m_{sh_2} \frac{dT_{o_2}}{d\tau} = \alpha_{k_{ich}} F_2 (T_{ich} - T_{o_2}) + \alpha_{k_{2-s}} F_2 (T_s - T_{o_2}) + (\tau\alpha)_3 F_2 I, \quad (5)$$

bu yerda c_{o_2} - ichki oynaning solishtirma issiqlik sig‘imi, $J/(kg \cdot ^\circ C)$; m_{sh_2} oyna massasi, kg ; $\alpha_{k_{ich}}$ - ichki oyna va xona elementlari orasidagi nurlanish yo‘li bilan issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; $\alpha_{k_{2-s}}$ - suyuqlikdan ichki oynaga issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; F_2 - ichki oynaning yuzasi, m^2 ; T_{o_2} - ikkinchi oyna harorati, K ; T_{ich} - xona harorati, K ; $(\tau\alpha)_2$ - ichki oynaning effektiv nur yutish koeffitsiyenti.

Ikki qatlamli shaffof to‘siq(oynalar) orasida harakatlanuvchi suyuqlik uchun issiqlik balansi tenglamasi

$$c_s m_s \frac{dT_s}{d\tau} = \alpha_{k_{1-s}} F_s (T_{o_1} - T_s) + \alpha_{k_{2-s}} F_s (T_{o_2} - T_s) + c_s \dot{m}_s H \frac{dT_s}{dx} + (\tau\alpha)_s F_s I, \quad (6)$$

bu yerda c_s - suyuqlikning solishtirma issiqlik sig‘imi, $J/(kg \cdot ^\circ C)$; m_s - suyuqlik massasi, kg ; $\alpha_{k_{2-s}}$ - suyuqlikdan ichki shishaga issiqlik berish koeffitsiyenti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; H - suyuqlik ustuning balandligi, m ; F_s - suyuqlik qatlamining yuzasi, m^2 ; \dot{m}_s - suyuqlik oqimining sarfi, kg/s ; $(\tau\alpha)_s$ - suyuqlikning effektiv nur yutish koeffitsiyenti.

Suyuqlik qatlamining foydali issiqligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$Q_s = c_s \dot{m} (T_{chiq} - T_{kir}), \quad (7)$$

bunda T_{kir} - deraza oynalari orasiga kiruvchi suvning harorati, K ; T_{chiq} - oynalari orasidan chiquvchi suvning harorati, K .

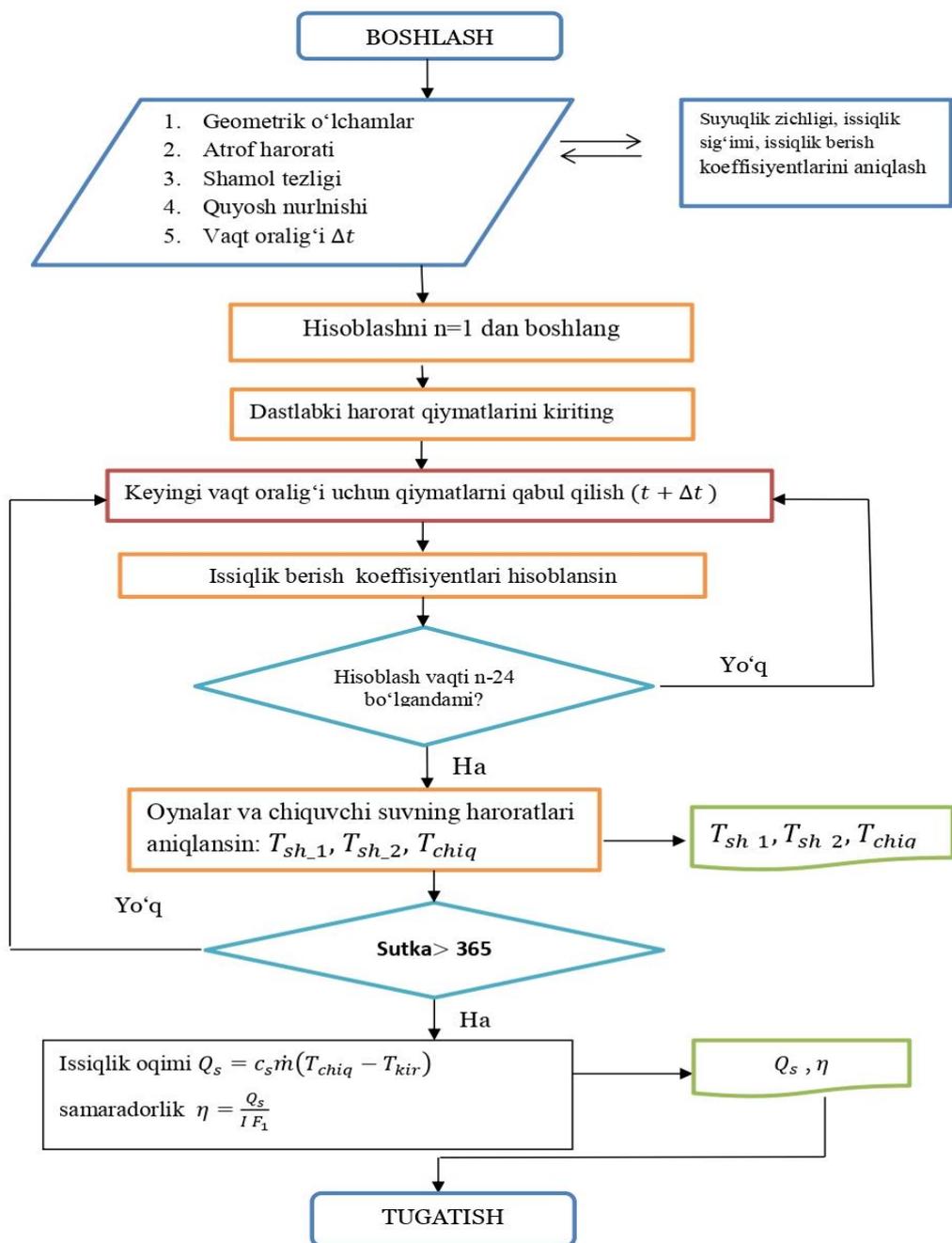
Suyuqlik qatlamini isitishdagi samaradorlik quyida keltirilgan formula yordamida aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q_s}{I \cdot F_1}, \quad (8)$$

bu yerda Q_s – suyuqlik tomonidan o‘zlashtirilgan foydali issiqlik, Vt; I – tashqi oyna sirt yuzasiga tushgan quyosh nurlanishi, Vt/m²; F_1 - tashqi oynaning yuzasi, m².

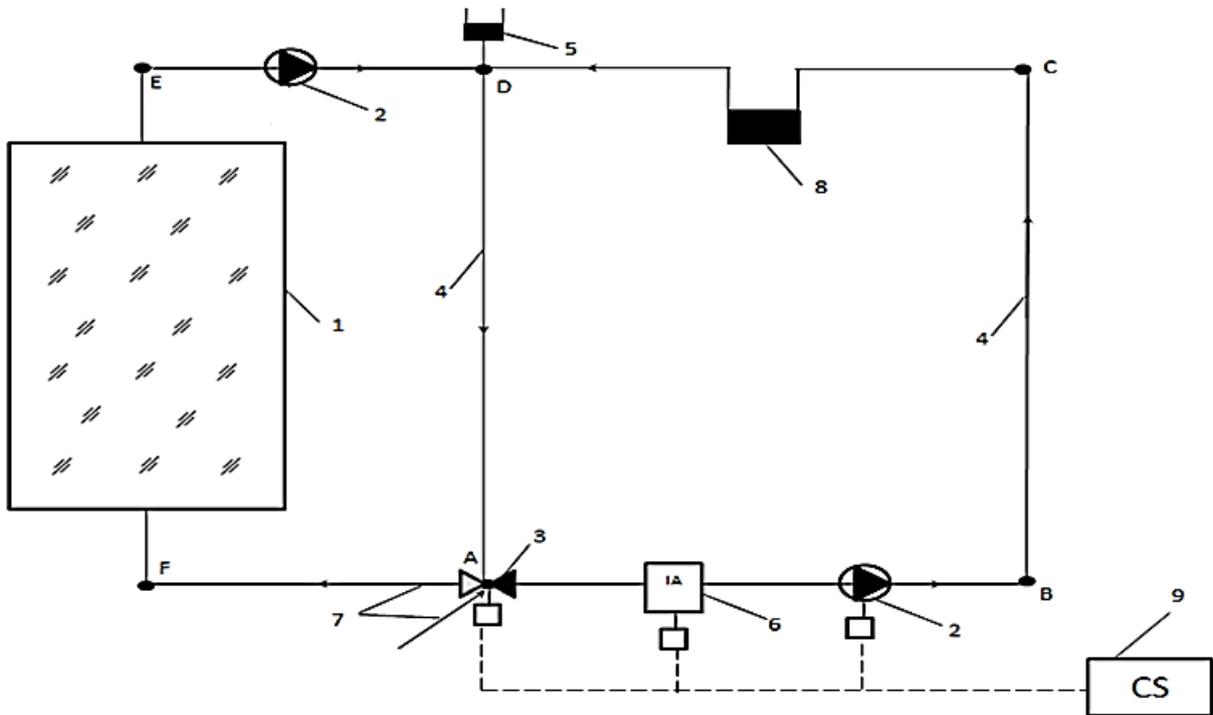
(4)-(8) tenglamalar Laplas almashtirish usuli yordamida sonli yechilgan. Chegaraviy shartlar sifatida atrof-muhit harorati, qurilma yuzasiga tushadigan yig‘indi quyosh nurlanishi va shamol tezligi qabul qilingan. Suyuqlikli deraza blokining issiqlik xususiyatlarini aniqlash uchun Phyhon dasturlash tilida kompyuter dasturi ishlab chiqilgan (5-rasm).

Dissertatsiyaning **“Passiv quyosh isitish tizimli shaffof to‘siqlarning issiqlik rejimini tajribada tadqiq qilish”** deb nomlangan uchinchi bobida tajriba tadqiqot natijalari keltirilgan.



5-rasm. Suyuqlikli deraza blokida algoritmi.

Tajriba sinovi uchun tayyorlangan deraza blokida shaffof qatlam sifatida oddiy deraza oynasidan foydalanilgan. Suyuqlik oqimli deraza blokining sxematik diagrammasi 6- rasmda keltirilgan suv va etilenglikol suyuqliklaridan issilik tashuvchi suyuqliklar sifatida foydalanilgan.



6-rasm. Suyuqlik oqimli deraza blokiga ega isitish tizimining issiqlik sxemasi: 1- suyuqlikli deraza bloki; 2- sirkulyatsiya nasosi (suyuqlik aylanishi uchun); 3- uch tomonlama klapan; 4- suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar; 5- kengaytirish baki (расширительный бак); 6- issiqlik almashtirgich (isitgich); 7- sovuq suv kiradigan quvur; 8- isitish asboblari; 9- boshqaruvchi mikrokontroller.

Passiv quyosh isitish tizimini tadqiq qilish uchun Buxoro muhandislik–texnologiya institutining “Fizika” kafedrasida o‘quv-ilmiiy poligonida 2 ta suyuqlik oqimli deraza bloki energetik qurilmalari yaratildi. Tajriba qurilmalari yog‘och, oyna, suyuqlik baki, sliikon quvurlardan tashkil topgan (7-rasm).



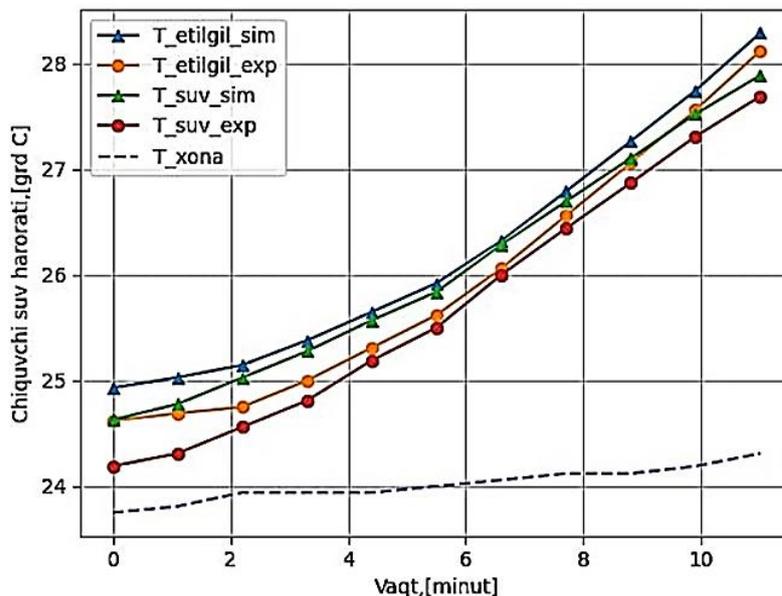
7-rasm. Suyuqlik oqimli deraza blokining ko‘rinishi.

Suyuqlik oqimli deraza blokning yuzasi $28,7 \text{ dm}^2$ ni tashkil etib, ishchi yuzasi $15,96 \text{ dm}^2$. Yog‘ochga oynalar germetik qilib yelimgangan. Oynalarning har birining qalinligi 6 mm dan va ular orasidagi masofa 8 mm. Tajriba qurilmasining biriga etilenglikol suyuqligi (ASTM D3306 standarti asosida tayyorlangan ko‘k

rangli etilenglikol suyuqlik) va ikkinchisiga esa suv bilan to'ldirilib tajribalar o'tkazildi.

Qurilmani dastlabki tajriba sinovi natijalari asosida issiqlik-texnik va konstruktiv parametr ko'rsatkichlari aniqlandi.

Suyuqlik oqimli deraza bloki qurilmasida suyuqliklar quyilib tabiiy sharoitda tajriba taqdiqoti o'tkazildi. Deraza oynasi sirtiga tushuvchi quyoshning nurlanish energiyasini suyuqliklar foydali issiqlikka aylantirish tizimidan chiquvchi suyuqlikning harorati eksperimental va sonli usulda aniqlandi(8 - rasm).



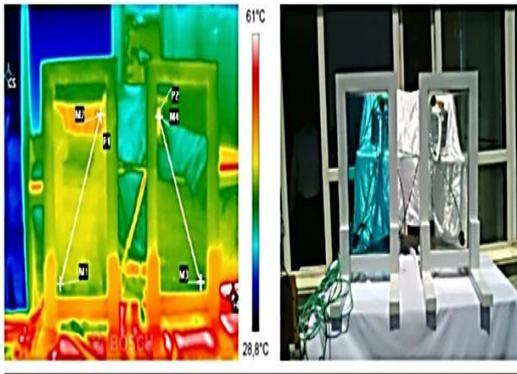
8 - rasm. Suyuqlik oqimli deraza blokida o'tkazilgan tajriba natijalari: $T_{etilgil_sim}$,

$T_{etilgil_exp}$ - etilenglikol suyuqligi uchun hisobiy va tajribaviy harorat qiymatlari; T_{suv_sim} ,

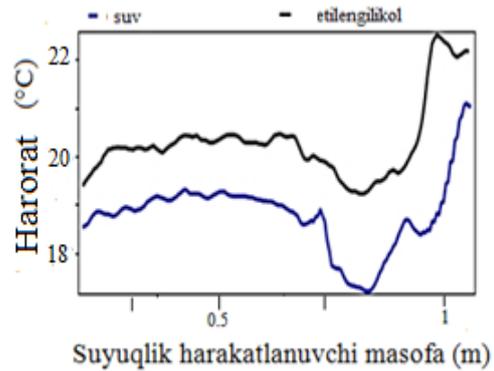
T_{suv_exp} - suv uchun hisobiy va tajribaviy harorat qiymatlari; T_{xona} - xona harorati.

8-rasmda suv va etilenglikol suyuqlikning shaffof to'siqlar orasidan chiquvchi suyuqliklarning haroratlarini hisoblash hisobiy va tajribaviy qiymatlari taqqoslandi. Grafikdan olingan natijalar shuni ko'rsatadiki tizimdan chiquvchi suyuqliklar haroratini sonli usulda olingan natijalar bilan tajribaviy yo'l bilan olingan natijalar 10 minut vaqt oralig'ida suv uchun o'rtacha 0,32 °C ga, etilenglikol suyuqligi uchun 0,34 °C ga farq qilmoqda. Olingan natijalarga asoslangan holda quyudagicha xulosa qilishimiz mumkin: Suyuqlik oqimli deraza bloki uchun tuzilgan issiqlik balansining matematik model va sonli usulda olingan natijalarning nisbiy xatoligi mos ravishda 3,37 % va 3,0 % ni, determinatsiya koeffitsiyenti ko'rsatkichlari 0,903 va 0,923 ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkichlar sonli usulda olingan natijaning adekvatligini ifodalaydi.

Suyuqlik oqimli deraza blokining xarakterli nuqtalaridagi haroratlar o'zgarish diagrammasi shaffof sirtlardan qaytuvchi ko'zga ko'rinmaydiga issiqlik nurlanishlari asosida **GTC 600 C** teplovizori yordamida o'lchandi va natijalar 9-rasmlarda keltirildi.



9-rasm. Suyuqlik oqimli deraza blokining teplovizion tasviri



10-rasm. Suyuqlik oqimining deraza blokidagi haroratining o'zgarishi

10- rasmda suyuqlik oqimli deraza blokining issiqlik tashuvchisi suv va etilengilikol suyuqliklari bo'lgan hol uchun deraza blokining xarakterli nuqtalaridagi haroratlar o'zgarish diagrammasi olindi. Natijada, issiqlik tashuvchisi suv bo'lgan deraza blokida kiruvchi nuqtasidagi harorat 18,7° C chiquvchi nuqtasidagi harorat 20,9 °C ga teng qiymatlar qaytd etildi. Issiqlik tashuvchisi etilengilikol suyuqligi bo'lgan deraza blokida kiruvchi nuqtasidagi harorat 19,7 °C chiquvchi nuqtasidagi harorat 22,1°C ga teng qiymatlar qaytd etildi.

Suyuqlikli deraza blokidan chiquvchi suyuqlikning haroratini aniqlash uchun tajribalarni rejalashtirish usullaridan “to'liq faktorli eksperiment” (Full Factorial Design) usulidan foydalanildi. Qaralayotgan holda issiqlik jarayonlariga atrof-muhit parametrlaridan shamol tezligi, quyosh nurlanishi va atrof-muhit temperaturasi ta'sir qiladi.

Suyuqlikli deraza blokidan chiquvchi suyuqlikning haroratini aniqlash uchun hisoblashlar validatsiyadan o'tgan matematik model tenglamalar sistemasidan foydalanildi. O'tkazilgan hisoblashlar natijasida qurilmadan chiquvchi suyuqlik haroratini aniqlash uchun regressiya matematik ifodasi olindi. Chegarviy shartlar sifatida birlik yuzaga tushuvchi yig'indi quyosh nurlanishi 0 dan 1200 Wt/m^2 gacha, atrof muhit harorati -20 °C dan 56.8 °C gacha va shamol tezligi 0 dan ,6 m/s gacha bo'lgan oraliqda regressiya matematik ifodasi o'rinlidir. Bino ichidagi xona harorati o'zgarmas 20 °C deb olindi.

Suv uchun regressiya matematik ifodasi

$$T_{chiq} = 16,36 - 0,33 \cdot \vartheta_{sh} + 0,02 \cdot I + 0,26 \cdot T_{at}. \quad (9)$$

Etilengilikol suyuqligi uchun regressiya matematik ifodasi

$$T_{chiq} = 17,003 - 0,502 \cdot \vartheta_{sh} + 0,023 \cdot I + 0,27 \cdot T_{at}. \quad (10)$$

9 va 10 tenglamalarning adekvatligi determinatsiya koeffitsiyenti orqali tekshirildi mos ravishda ko'rsatkichlar 0,96 va 0,94 ni tashkil etdi.

Dissertatsiyaning “**Shaffof to'siqli passiv quyosh isitish tizimlarining energetik samaradorligi va iqtisodiy ko'rsatkichlari**” nomli to'rtinchi bobida shaffof to'siqlarning energetik, issiqlik samaradorligi, shaffof to'siqlarning iqtisodiy ko'rsatkichlari, issiqlik-texnikaviy parametrlarining ko'rsatkichlari, passiv quyosh isitish tizimlarining ekologiyaga ta'sir ko'rsatkichlari keltirilgan.

Deraza blokining umumiy foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta = \tau - \frac{Q}{I \cdot F_1}, \quad (11)$$

bunda I - deraza bloki sirtiga tushuvchi quyosh nurlanishi, Vt/m^2 ; τ - deraza blokining nur o'tkazish koeffitsiyenti.

Suyuqlikli deraza blokining umumiy foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta = \tau - \frac{\alpha_{ich} \cdot (T_x - T_{o_1})}{I} + \frac{\dot{m}c \cdot (T_{kir} - T_{chiq})}{IF_1}, \quad (12)$$

Suyuqlik oqimli deraza bloki passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolarini yilning isitish mavsumi (noyabr, dekabr, yanvar, fevral va mart)da uchun issiqlik samaradorligini aniqlash bo'yicha hisoblash natijalari 1-2-jadvallarda keltirildi.

1-jadval.

Suv oqimli deraza blokli passiv quyosh isitish tizimini issiqlik samaradorligi ko'rsatkichlari.

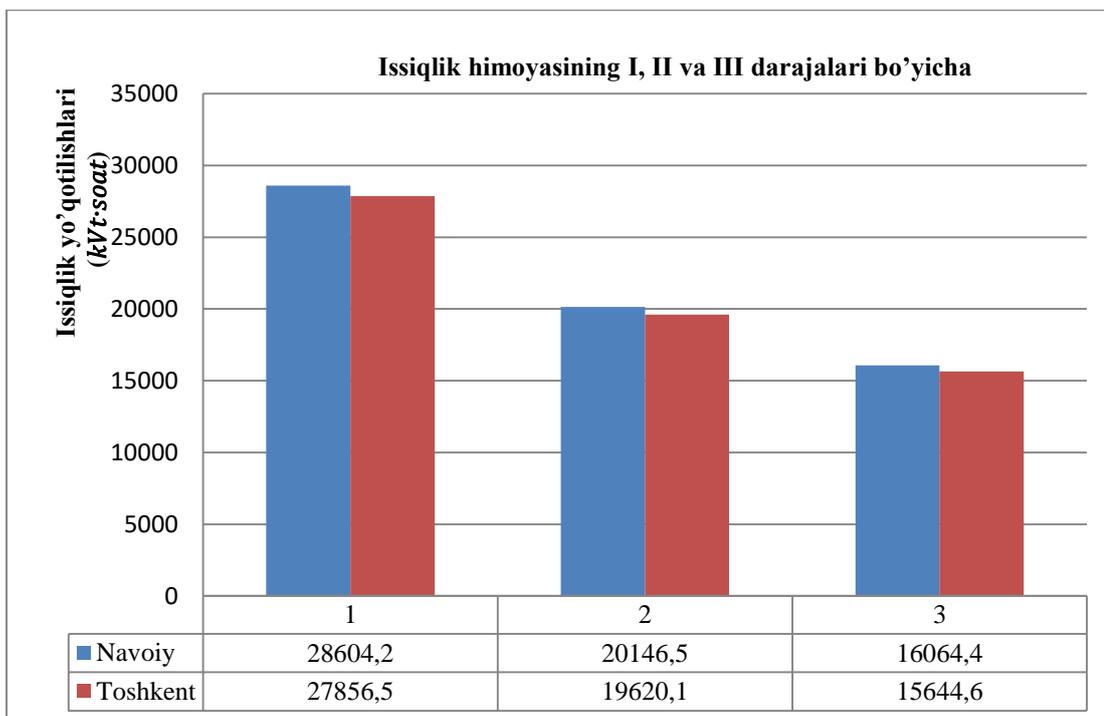
No	I (Vt/m^2)	T_{at} ($^{\circ}C$)	ϑ (m/s)	T_{xona} ($^{\circ}C$)	Suyuqlik sarfı (kg/s)	T_s ($^{\circ}C$)	Q_s (Vt)	η_s (%)	η_u (%)
noyabr	258	6,1	3,3	22	0,002	20	19,5	17,2	71,8
dekabr	189,2	0,3	3,4	22	0,001	17,9	9,3	11,2	64,5
yanvar	224	-3,8	4	22	0,002	16,1	21,0	21,4	73
fevral	323	-2,0	3,9	22	0,001	13,3	13,6	9,6	61,5
mart	447	6,5	4	22	0,002	12,9	18,5	9,4	61,8

2-jadval.

Etilengilikol oqimli deraza blokli passiv quyosh isitish tizimini issiqlik samaradorligi ko'rsatkichlari.

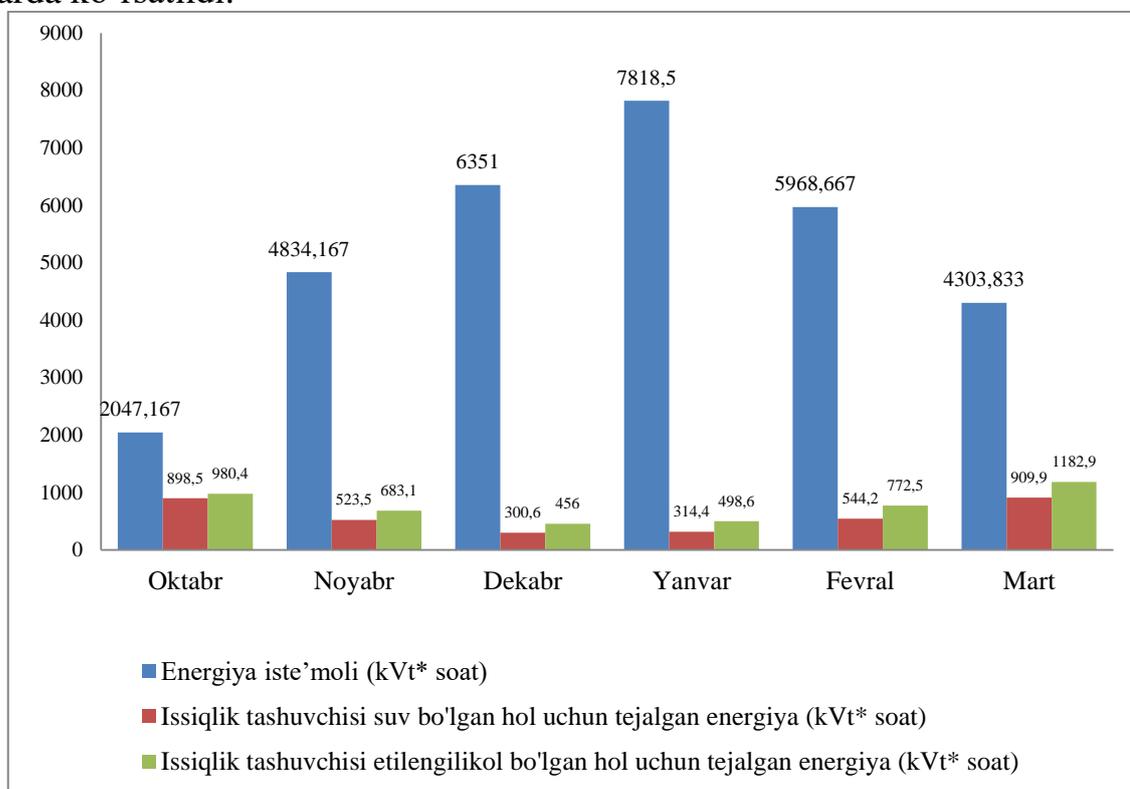
No	I (Vt/m^2)	T_{at} ($^{\circ}C$)	ϑ (m/s)	T_{xona} ($^{\circ}C$)	Suyuqlik sarfı (kg/s)	$T_{etil.gil}$ ($^{\circ}C$)	$Q_{etil.gil}$ (Vt)	$\eta_{etil.gil}$ (%)	η_u (%)
noyabr	258	6,1	3,3	22	0,002	20	30,1	26,5	80,8
dekabr	189,2	0,3	3,4	22	0,002	18,2	21,7	26,1	78,8
yanvar	224	-3,8	4	22	0,001	16,2	4,9	5	58,2
fevral	323	-2,0	3,9	22	0,001	17,5	7,3	5,1	59,3
mart	447	6,5	4	22	0,001	19,8	17,3	8,8	63,6

Namunaviy 4 xonali turar-joy binosini $126,5 m^2$ yuzali maydonini isitish uchun issiqlik himoyasining I, II va III darajasi bo'yicha Navoiy va Toshkent viloyatlari hududida isitish mavsumi oylari uchun issiqlik yo'qitilishlari hisoblash natijalari 11-rasmda keltirildi.

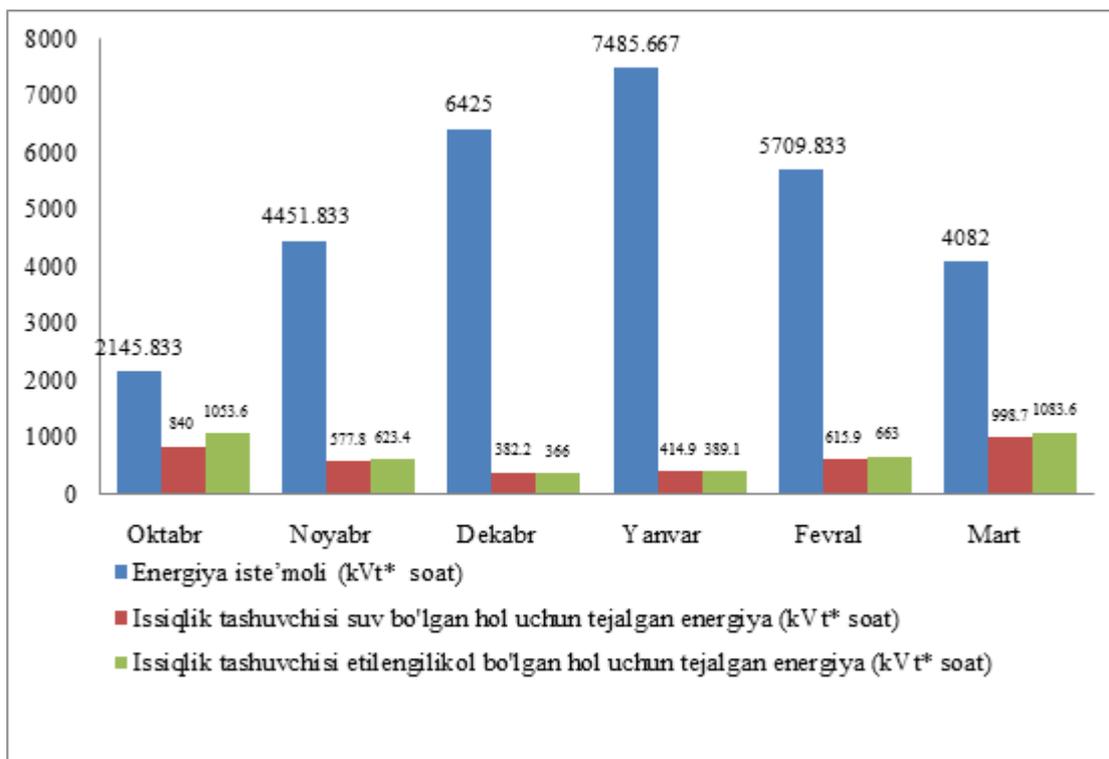


11-rasm. Namunaviy 4 xonali turar-joy binosining isitish mavsumida issiqlik yo'qitilish ko'rsatkichlari

Namunaviy 4 xonali turar-joy binosini 126,5 m² yuzali maydonini isitish uchun issiqlik himoyasining birinchi darajasi bilan himoyalangan bino suyuqlikli deraza blokning issiqlik tashuvchisi suv va etilengilikol suyuqligi bo'lgan hol uchun Navoiy va Toshkent viloyatlari hududida energiya iste'moli va tejalgan energiya ko'rsatkichlarini hisoblashlar asosida aniqlandi, natijalar 12 va 13-rasmlarda ko'rsatildi.

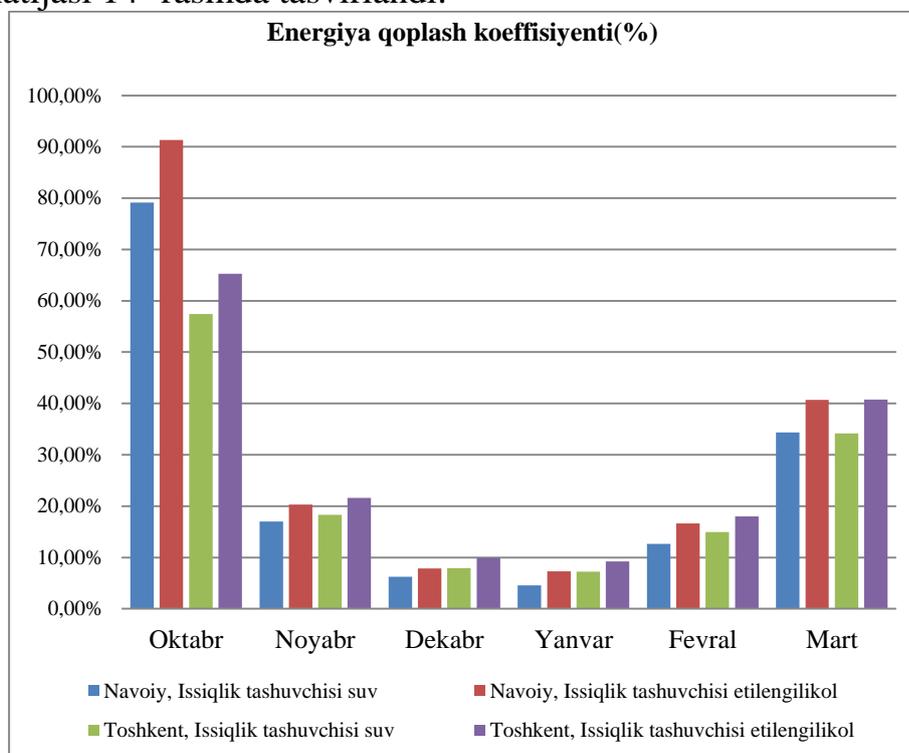


12- rasm. Turar-joy binosini isitish mavsumida energiya iste'moli va suyuqlikli deraza buloki yordamida tejalgan energiya ko'rsatkichlari (Navoiy).



13- rasm. Turar-joy binosini isitish mavsumida energiya iste'moli va suyuqlikli deraza buloki yordamida tejalgan energiya ko'rsatkichlari (Toshkent).

Turar-joy binosini isitish mavsumi oylarida isitish uchun sarflanayotgan energiya miqdorini suyuqlik oqimli deraza bloki yordamida energiyani qoplash koeffitsiyentini o'zgarish dinamikasi Navoiy va Toshkent hududlari uchun hisoblashlar natijasi 14- rasmda tasvirlandi.



14- rasm. Turar-joy binosini isitish mavsumida energiya qoplash koeffitsiyenti ko'rsatkichlari.

Energiya iste'moli kamaytirish maqsadida turar-joy binolarida quyosh isitish tizimlaridan passiv quyush isitish tizimiga ega suyuqlikli deraza bloki yordamida energiya yo'qotilishlarini kamaytirish hamda yoqilg'i energiyasini tejash imkoniyati mavjud. Navoiy viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi suv bo'lgan hol uchun isitish mavsumining oktabr va mart oylarida energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi mosh ravishda 898,5 va 909,9 $kVt \cdot soat$. Energiyani qoplash koeffitsiyenti oktabr oyida eng yuqori ko'rsatkichni ya'ni 43,90% ni tashkil etdi. Navoiy viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi etilenglikol bo'lgan hol uchun isitish mavsumi oylarida suvga nisbatan energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi. Yillik energiya tejalishi 3491,1 $kVt \cdot soat$ ga teng bo'lib, energiyani qoplash koeffitsiyenti esa 15% dan yuqori ekanligi asoslandi.

Toshkent viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi suv bo'lgan hol uchun isitish mavsumining oktabr va mart oylarida energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi mosh ravishda 840 va 998,7 $kVt \cdot soat$. Energiyani qoplash koeffitsiyenti oktabr oyida eng yuqori ko'rsatkichni ya'ni 39,10% ni tashkil etdi. Toshkent viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi etilenglikol bo'lgan hol uchun isitish mavsumi oylarida suvga nisbatan energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi. Yillik energiya tejalishi 3829,5 $kVt \cdot soat$ ga teng bo'lib, energiyani qoplash koeffitsiyenti esa 16% dan yuqori ekanligi asoslandi. Viloyatida suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi etilenglikol bo'lgan hol uchun isitish mavsumining mart oyida energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi 1083,6 $kVt \cdot soat$. Energiyani qoplash koeffitsiyentilari oktabr oyida eng yuqori ko'rsatkichi ya'ni 49,10% ni tashkil etdi.

Namunaviy 4 xonali turar-joy binosining isitish uchun isitish mavsumi oylarida o'rtacha 3030,17 $kVt \cdot soat$ sarflanadi. Turar-joy binosida suyuqlikli deraza bloki issiqlik tashuvchisi suv bo'lgan hol uchun isitish mavsumida 3829,5 $kVt \cdot soat$ energiya tejash hamda energiyani qoplash koeffitsiyenti 16,47% ni tashkil etdi. Issiqlik tashuvchisi etilenglikol bo'lgan hol uchun 4178,7 $kVt \cdot soat$ energiya tejalib, energiyani qoplash koeffitsiyenti 18,68% ni tashkil etdi. Natijada, etilenglikol suyuqligi issiqlik-fizik xossalari ga ko'ra energiya tejankorligi suvni dan yuqoriligi aniqlandi.

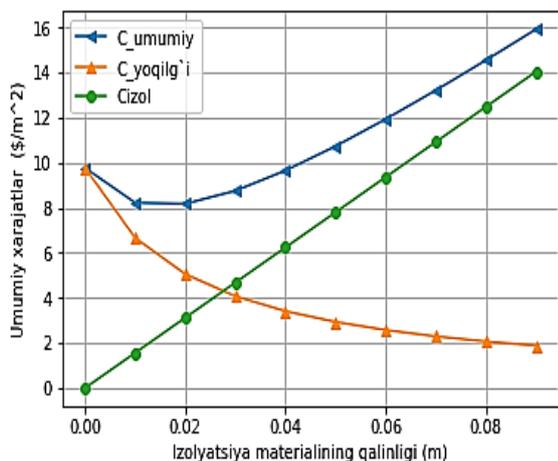
Tayyorlangan suyuqlik oqimli deraza bloki yillik o'rtacha qiymati 135 $kVt \cdot h/m^2$ teng issiqlik oqimi tejalishiga erishildi. Natijada yillik isitish mavsumida suyuqlik oqimli deraza blokidan foydalanilganda 60 750 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishildi. Suyuqlik oqimli deraza blokini tayyorlash uchun sarf xarajat 260 000 so'mni tashkil etdi. Suyuqlik oqimli deraza blokini xarajatlarni qoplash muddati 4,3 yilni tashkil etdi.

Hisoblashlar natijasiga ko'ra turar-joy binosini isitish uchun izolyatsiya materiali bilan qoplanmagan devorda 143,823 $kVt \cdot soat/m^2 \cdot yil$ energiya talab etilsa, izolyatsiya materiali (minetal tola) bilan qoplanganda 84,193 $kVt \cdot soat/m^2 \cdot yil$ energiya sarflanadi va 41,5 % energiya tejankorligiga erishiladi. Buxoro viloyati uchun izolyatsiya materialining optimal qalinligi 14,053 mm ga tengligi tuzilgan algoritmda aniqlandi. Atrof-muhitga chiqadigan CO₂ gazini

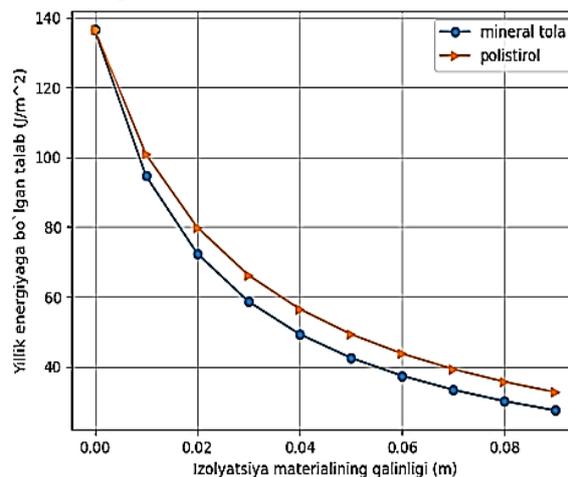
25,221 kg/m²·yil ga kamaytiradi. Umumiy xarajatlarni qoplash muddati 1,41 yilni tashkil etadi. Iqtisodiy samaradorlik birlik yuza uchun 23 158 so‘mga teng bo‘ldi.

Turar-joy binosini isitish va sovutish kunlari uchun yoqilg‘i va izolyatsiya materiali uchun xarajatlari izolyatsiya materialning qalinligiga bog‘liq holda o‘zgarishi Buxoro viloyati uchun o‘rganildi natija grafik ko‘rinishida tasvirlandi (15 - rasm).

Turar-joy binosi tashqi devorining birlik yuza uchun izolyatsiya materialining qalinligi va yillik energiyaga bo‘lgan talab izolyatsiya materiali mineral tola va polistrol uchun ko‘rsatkichlar aniqlandi (16- rasm).



15-rasm. Tashqi devorning birlik yuzasini isitish va sovutish mavsumi uchun yillik energiya narxining ($C_{yoqilg'i}$), izolyatsion materialning narxi ($C_{izolyatsiya}$) va umumiy xarajatlar (C_{umumiy}) ning qiymatini izolyatsion materialning qalinligiga bog‘liqligi.



16-rasm. Yillik energiyaga bo‘lgan talabni mineral tola va polistrol izolyatsion materiallarining qalinligiga bog‘liqligi.

Passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolarini suyuqlik oqimli deraza blokidan foydalanib ishlashini hisobga olsak, bunda atrof-muhitga chiqariladigan zaharli gazlarning miqdori kamayadi. Zararli gazlardan biri bu CO₂ ya’ni karbonat angidrit gazi hisoblanadi. Zararli gazlarning atrof-muhitga chiqishining kamayishi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$M_{CO_2} = \frac{Q_s}{\chi \cdot \eta} K_{CO_2} \frac{44}{12}, \quad (13)$$

bunda M_{CO_2} - quyosh qurilmalaridan foydalanganda atrof-muhitga chiqariladigan zaharli gazlar miqdorining kamayish massasi, kg/m²·yil, Q_s - quyosh qurilmasidan foydalanish natijasida olingan foydali energiya, J; χ - an’anaviy yoqilg‘ining solishtirma yonish issiqligi, J/kg; η - issiqlik manbaining foydali ish koeffitsiyenti; K_{CO_2} - turli energiya manbalari uchun uglerod emissiyasi koeffitsiyenti.

Turar-joy binolarini isitish mavsumida Navoiy viloyati hududi uchun suyuqlikli deraza blokidan foydalanilgan issiqlik tashuvchisi suv bo‘lgan holda zaharli gazlarning atrof-muhitga chiqishini 689,5 kg, issiqlik tashuvchisi etilengilikol bo‘lgan holda zaharli gazlarning atrof-muhitga chiqishini 903,3 kg gacha kamayishiga erishiladi. Toshkent viloyati hududi uchun suyuqlikli deraza blokidan foydalanilgan issiqlik tashuvchisi suv bo‘lgan holda zaharli gazlarning

atrof-muhitga chiqishini 756,4 kg, issiqlik tashuvchisi etilengilikol bo'lgan holda zaharli gazlarning atrof-muhitga chiqishini 825,4 kg ga kamayishiga erishiladi.

XULOSA

Dissertatsiya ishida qo'yilgan vazifalarni hal etish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar taklif qilindi:

1. Ilk marotaba turar-joy binolarini isitish va issiqligini saqlash uchun, shaffof to'siq, suyuqlik, sirkulyatsiya nasosi, uch tomonlama klapan, suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar, kengaytirish baki, sovuq suv kiradigan quvur, boshqaruvchi mikrokontrollerdan foydalanib, binoni issiqlik samaradorligini oshirish imkonini beradigan suyuqlikli deraza blokiga ega isitish tizimining issiqlik sxemasi ishlab chiqildi.

2. Binolarni isitish uchun sarflanadigan an'anaviy energiya resurslarini tejash imkonini beradigan, shaffof to'siq, suyuqlik, sirkulyatsiya nasosi, uch tomonlama klapan, suyuqlik harakatlanuvchi quvurlar, kengaytirish baki, sovuq suv kiradigan quvur, boshqaruvchi mikrokontrollerdan iborat bo'lgan, energiya tejoychi takomillashtirilgan suyuqlikli deraza blokining eksperimental qurilmasi ishlab chiqildi.

3. Tashqi havo, quyosh nurlanish energiyasi, shamol tezligi, turar-joy binosi konstruksiyalarining issiqlik-texnik parametrlarini hisobga olgan holda, suyuqlik oqimli deraza bloklari uchun issiqlik balansi tenglamalarining statik va dinamik holatlardagi harorat rejimini hisoblash imkonini beradigan matematik model va ular asosida kompyuter dasturi ishlab chiqildi.

4. Namunaviy 4 xonali turar-joy binosini 126,5 m² yuzali maydonini isitish uchun suyuqlik oqimli deraza blokiga ega isitish tizimida Navoiy viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi suv bo'lgan hol uchun isitish mavsumining oktabr va mart oylarida energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi mos ravishda 898,5 va 909,9 kVt·soat, Toshkent viloyati uchun 840 va 998,7 kVt·soat. Hududlarda energiyani qoplash koeffitsiyentlari oktabr oyida eng yuqori ko'rsatkich ya'ni 39,1% va 43,9% ni tashkil etdi.

5. Passiv quyosh isitish tizimining energiya samaradorligini oshirish imkonini beruvchi suyuqlikli deraza blokiga ega isitish tizimida Navoiy va Toshkent viloyatlari uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi etilengilikol bo'lgan hol uchun isitish mavsumining oktabr va mart oylarida energiya tejalishi yuqori ko'rsatkichlarni qayd etdi mosh ravishda 980,4 va 1182,9 kVt·soat, Toshkent viloyati uchun 1053,6 va 1083,6 kVt·soat. Hududlarda energiyani qoplash koeffitsiyentlari oktabr oyida eng yuqori ko'rsatkich ya'ni 47,9% va 49,1% ni tashkil etdi. Natijada, etilengilikol suyuqligi issiqlik-fizik xossalari ko'ra energiya tejamkorligi suvdan yuqoriligi asoslandi.

6. Turar-joy binolarining tashqi devorini izolyatsiya materiali bilan qoplash orqali isitish va sovutish mavsumlari uchun yoqilg'i xarajatlarini kamaytirish maqsadida izolyatsion materilaning optimal qalinligini aniqlash imkonini beruvchi tenglama taklif etildi. Natijada, Respublikamizning barcha hududlari uchun isitish

va sovutish mavsumini inobatga olgan holda binolarni tashqi devorini izolyatsion material (mineral tola) bilan qoplashdagi optimal qalinlik 1,53 sm dan 1,65 sm o'lchamda foydalanish iqtisodiy samarali ekanligini asoslandi. Yillik isitish va sovutish mavsumida issiqlik himoyasining birinchi darajasida solishtirma issiqlik yukini birlik yuzada 59,63 kVt·soat elektr energiyasini tejash imkonini berdi va 23 158 so'm iqtisodiy samaradorlikka erishilganligi aniqlandi.

7. Turar-joy binolarining tashqi devorini izolyatsiya materiali (mineral tola) bilan qoplash orqali 41,5% energiya tejamkorligiga erishildi va suyuqlikli deraza bloklaridan foydalanish yordamida Navoiy viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi suv bo'lganda yillik 3491,1 kVt·soat va issiqlik tashuvchisi suv etilengilikol bo'lganda 4573,5 kVt·soat energiya tejalishi, Toshkent viloyati uchun suyuqlikli deraza blokida issiqlik tashuvchisi suv bo'lganda yillik 3829,5 kVt·soat va issiqlik tashuvchisi suv etilengilikol bo'lganda 4178,7 kVt·soat gacha energiyani tejash imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АХРОРОВА МУНИРА ИБРАГИМОВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ДЛЯ
ПАССИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

05.05.06- Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Карши– 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.2.PhD/T4697

Диссертация выполнена в Бухарском инженерно-технологическом институте. Автореферат диссертации написан на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)), размещен на веб-странице Научного совета (www.qni.uz) и на информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz).

Научный руководитель:	Махмудов Махсуд Идрисович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Ахадов Жобир Замирович доктор технических наук, старший научный сотрудник Файзиев Тулкин Амирович кандидат технических наук, профессор
Ведущая организация:	Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и мелиорации сельского хозяйства»

Защита диссертации состоится «23» 11 2024 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD 03/30.09.2020.T.111.03 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г.Карши, ул. Мустакиллик, 225. Конференц-зал Каршинского инженерно-экономического института Тел.: (+99875)-224-02-89; факс: (+99875)-224-13-95 e-mail: kicf_info@wdu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (зарегистрирована под №119). (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, 225, тел (+99875) 224-02-89), факс: (+99875)-224-13-95 e-mail: kicf_info@wdu.uz).

Автореферат диссертации разослан «12» 11 2024 года.
(реестр протокола рассылки № 25 от «11» 11 2024 года).


Г.Н. Утоков
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., проф.
Х.А. Давлонов
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.ф.т.н., доц.
Б. Уришев
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в целях сокращения энергозатрат на отопление жилых зданий уделяется особое значение вопросам повышения эффективности использования возобновляемых источников энергии, экономии топливно-энергетических ресурсов путем применения солнечных систем отопления, включая пассивные солнечные системы отопления, а также повышения эффективности системы отопления жилых зданий за счет внедрения энергосберегающих технологий. В настоящее время 22,8% (90,646 млн ТДж) общемирового потребления энергии приходится на жилые дома³. Многообразие конструктивных решений существующих жилых зданий, усложняет процесс экономии традиционных топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на их отопление. Использование возобновляемых источников энергии в энергоснабжении жилых домов позволяет в определенной мере с экономить энергетические ресурсы. Именно поэтому использование пассивных систем солнечного отопления при решении проблем энергоснабжения в жилых домах является эффективным и перспективным направлением. Учитывая это, в целях снижения энергозатрат на отопление жилых зданий особое внимание уделяется повышению теплоэффективности энергосберегающих прозрачных ограждений с пассивной солнечной системой отопления.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по созданию научно-технических основ совершенствования пассивных и активных типов солнечных систем отопления жилых зданий на основе новых инженерных подходов. В этом направлении, в частности, приоритетными являются научные изыскания по разработке принципа работы системы отопления жилых зданий с пассивной солнечной системой отопления и математических моделей протекающих в них теплотехнических процессов, оценке тепловой эффективности, исследованию процесса теплообмена, выбора новых видов теплоаккумуляторов, определению оптимальных и рациональных значений их геометрических размеров и теплофизических параметров, использованию пассивных солнечных систем отопления при повышении энергетической эффективности отопительных систем. По этой причине актуальными задачами в данной сфере считаются разработка энергосберегающих установок для пассивных солнечных систем отопления, интегрированных в жилые здания, повышение эффективности таких систем и научное обоснование их теплотехнических параметров.

В нашей республике в целях сокращения энергозатрат на отопление жилых зданий и экономии природных топливно-энергетических ресурсов осуществляются широкомасштабные меры по использованию возобновляемых источников энергии, внедрению энергосберегающих

³ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCShareBySector>

технологий и по повышению эффективности пассивных солнечных систем отопления. В Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» намечены важные задачи, предполагающие «широкое внедрение возобновляемых источников энергии и повышение энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве, на объектах социальной сферы и в других сферах»⁴. В процессе реализации этих задач, в частности, особую важность приобретают интеграция в жилые здания систем солнечного отопления, снижение тепловых потерь за счет прозрачных ограждений, определение оптимальных размеров изоляционных материалов, оптимизация геометрических и теплотехнических параметров энергетических установок системы отопления, разработка и внедрение усовершенствованного метода расчета тепловых характеристик.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, сформулированных в Указе Президента Республики Узбекистан от 9 сентября 2022 года № УП-220 «О дополнительных мерах по внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии малой мощности», постановлениях Президента Республики Узбекистан от 4 октября 2019 года № ПП-4477 «Об утверждении Стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годов», от 16 февраля 2023 года № ПП-57 «О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 году», а также других нормативно-правовых документах, касающихся этого вида деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV. «Развитие методов использования возобновляемых источников энергии, создание технологий и устройств на основе нанотехнологии, фотоники и других передовых технологий».

Степень изученности проблемы. Большой вклад в процесс создания пассивных солнечных систем отопления, применения различных видов тепловых аккумуляторов, оптимизации геометрических и теплотехнических параметров, а также оценки их технико-экономических характеристик внесли такие известные зарубежные ученые, как J. Douglas, R. Dennis, E. Morse, J. Duffi, E. Mazria, B. Anderson, X. Zhang, A. Morgan, A. Bolatturk, O. Kon, I. Alsurakji, R. Abdallah, A. Mahmoud, Amjad El-Qanni, O. Kaynakli, C. Yuce, O. Dogan, N. Daouas, Subhash Mishra, S. Varshney, A. Dombayci, H. Ozturk, M. Mousa, M. Almarshadi, A. Ucar, F. Balo, W. Yang, Д.А. Михеев, В.М. Захаров, Н.Н. Смирнов.

В нашей республике исследовательскую работу по развитию и совершенствованию пассивных солнечных систем отопления проводили

⁴ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Р.Р.Авезов, Н.Р.Авезова, Ю.К.Рашидов, М.Кенисарин, Г.Н.Узоков, К.А.Самиев, О.Азимов, А.С.Дусяров и другие. В частности, ими были проведены научные исследования по таким направлениям, как разработка пассивной солнечной системы отопления, обеспечение температурных режимов в жилых зданиях, создание динамических систем микроклимата, оптимизация геометрических и теплотехнических параметров энергетических установок для отопительных систем, разработка и развитие научных основ их теплового расчета, а также повышение энергоэффективности и оценка технико-экономических показателей таких систем.

Несмотря на то, что определенные положительные результаты научных работ вышеперечисленных исследователей, представляющие значимость с точки зрения энергосбережения для систем отопления жилых домов и применяющиеся в пассивных солнечных системах отопления, исследований по повышению теплоэффективности энергосберегающих прозрачных ограждений для пассивных систем солнечного отопления проведено недостаточно.

Связь диссертационного исследования с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Бухарского инженерно-технологического института в рамках научно-исследовательских работ на тему “Исследование и разработка мероприятий по повышению надежности и эффективности систем электро- и теплоснабжения в отраслях экономики с использованием нетрадиционных источников энергии”.

Цель исследования заключается в повышении тепловой эффективности энергосберегающих прозрачных ограждений для пассивных солнечных систем отопления.

Задачи исследования:

разработка тепловой схемы системы отопления с жидкостным оконным блоком, позволяющей повысить энергоэффективность пассивной солнечной системы, интегрированной в жилое здание;

разработка экспериментальной установки энергосберегающего жидкостного оконного блока, состоящего из прозрачного ограждения, жидкости, циркуляционного насоса, трехходового клапана, труб, обеспечивающих движение жидкости, расширительного бака, трубы для подачи холодной воды, управляющего микроконтроллера;

разработка математической модели уравнений теплового баланса, позволяющих определить тепловые характеристики жилых зданий, оснащенных оконным блоком с прозрачным ограждением, исходя из климатических условий региона;

разработка компьютерной программы для расчета оптимального значения толщины изоляционного слоя наружных стен жилых зданий с

пассивной солнечной системой отопления, исходя из величины градусо-суток;

получение эмпирического уравнения, позволяющего на основе обобщения результатов экспериментальных исследований, проведенных в естественных условиях, определять температуру воды, выходящей из жидкостного оконного блока, в зависимости от солнечной радиации, скорости ветра и температуры окружающей среды в любое время суток.

В качестве **объекта исследования** выступает энергетическая установка оконного блока с энергосберегающим прозрачным ограждением и теплотехнические параметры данной установки.

Предметом исследования являются тепловые процессы, протекающие в оконном блоке с энергосберегающим прозрачным ограждением, и тепловая эффективность пассивных систем отопления.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы теоретические основы теплотехники при преобразовании солнечной энергии в тепловую, математическое моделирование, численные расчеты, методы теории подобия и размерностей, методы проведения экспериментальных исследований в естественных условиях и обобщения результатов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые разработана тепловая схема жидкостного оконного блока, позволяющего повысить энергоэффективность жилого здания посредством его интеграции в систему отопления здания и состоящего из жидкостного оконного блока, прозрачного ограждения, жидкости, циркуляционного насоса, трехходового клапана, труб, обеспечивающих движение жидкости, расширительного бака, трубы для подачи холодной воды и управляющего микроконтроллера (FAP 2527);

разработана экспериментальная установка энергосберегающего жидкостного оконного блока, позволяющая экономить расходуемую на отопление энергию из традиционных ресурсы и состоящая из прозрачного ограждения, жидкости, циркуляционного насоса, трехходового клапана, труб, обеспечивающих движение жидкости, расширительного бака, трубы для подачи холодной воды и управляющего микроконтроллера;

разработана математическая модель, позволяющая рассчитать температурный режим уравнений теплового баланса для жидкостных оконных блоков в статическом и динамическом положениях, исходя из внешней температуры, солнечного радиация, скорости ветра и теплотехнических параметров конструкций жилого здания;

путем обобщения результатов экспериментальных исследований теплового режима жидкостного оконного блока получено эмпирическое уравнение, позволяющее, исходя из значений солнечного радиация, скорости ветра и температуры окружающей среды, определить температуру жидкости, вытекающей из оконного блока, для любого времени суток.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

устройство жидкостного оконного блока было разработано для повышения теплового КПД жидкостного оконного блока с пассивным солнечным отоплением жилого дома;

для сравнения теоретических и практических данных о теплотехнических параметрах жидкостного оконного блока с пассивной солнечной системой отопления и оптимальных значениях изоляционного материала они были спрограммированы при помощи компьютерной программы Python.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается их получением при помощи современных методов исследований и средств измерений, использованием надежных и проверенных методов моделирования при проверке результатов экспериментальных исследований, проведением экспериментов в естественных условиях, соответствием полученных расчетных и экспериментальных результатов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке математической модели теплового баланса, уравнений теплового баланса, алгоритма математического моделирования и расчета тепловых процессов, которые позволяют рассчитать зависимость температурного режима жидкостного оконного блока от солнечной радиации, температуры окружающей среды, теплотехнических и геометрических параметров.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработан усовершенствованный жидкостный оконный блок, который за счет использования в жилых зданиях пассивных солнечных систем отопления способствует экономии традиционных топливно-энергетических ресурсов и сокращению выбросов в окружающую среду углекислого газа.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по энергосбережению и повышению теплоэффективности жилых зданий:

в государственном учреждении “Центр интеллектуальной собственности” при Министерстве юстиции Республики Узбекистан получен патент на полезную модель тепловой схемы системы отопления с жидкостным оконным блоком (№ FAP 2527; 27.06.2024 г). В результате была разработана установка энергосберегающего, интегрированного в жилое здание жидкостного оконного блока;

установка жидкостного оконного блока внедрена в здании ГУП “Вухоро issiqlik manbai” (справка Министерства энергетики Республики Узбекистан №04-13-4445 от 27 июня 2024 года). В следствии этого экономическая эффективность установки жидкостного оконного блока в течение отопительного сезона составила 24 706 сумов на единицу поверхности;

изоляционный материал, оптимальные размеры которого были научно обоснованы в целях сокращения потерь энергии через наружные стены

жилых зданий, был внедрен при строительстве многоэтажного здания ООО “WEGA SHOP STROY” (справка Министерства энергетики Республики Узбекистан №04-13-4445 от 27 июня 2024 года). В результате за счет покрытия наружных стен жилого здания изоляционным материалом (минеральным волокном) в течение отопительного и охлаждающего периодов года достигнута экономия энергии топлива в объеме 78,501 кВт-час и экономическая эффективность в размере 23 158 сумов на единицу поверхности наружных стен.

Апробация результатов исследований. Результаты исследования прошли обсуждение на 4 международных и 4 республиканских конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано в общей сложности 20 научных работ, из них 1 статья в зарубежном и 5 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторских диссертаций, также опубликованы 2 статьи в зарубежных журналах, тезисы к 8 международным и республиканским конференциям. В ГУ “Центр интеллектуальной собственности” при Министерстве юстиции Республики Узбекистан получены 1 патент на полезную модель и 3 свидетельства на программу для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений, 49 рисунков и 37 таблиц. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность исследований, проведенных в рамках диссертационной работы, показано ее соответствие приоритетным направлениям в развитии науки и технологий в нашей республике, сформулированы цели и задачи, продемонстрирована степень изученности международных и республиканских научных исследований по теме диссертации, описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Анализ пассивных солнечных систем отопления и состояние научных исследований**» представлен анализ конструктивных решений пассивных солнечных систем отопления, имеющихся в мире и в нашей республике, текущее состояние использования пассивных солнечных систем отопления и проанализированы возможности существующих солнечных отопительных систем. Результаты анализа, проведенных в мире и в республике научных исследований, показывают, что факторами, влияющими на тепловую эффективность

жидкостных оконных блоков различной конструкции, являются оптимальные геометрические размеры, теплоизоляция прозрачных ограждений, а также теплотехнические параметры.

До настоящего времени не было проведено достаточных исследований по применению в пассивной системе солнечного отопления жидкостных оконных блоков с целью полного покрытия за счет солнечной энергии тепла, необходимого для изменения температуры жидкости, а также разработке технологических решений по внедрению данной системы, оценке экономической эффективности жидкостных оконных блоков.

На основе проведенных исследований и анализа, исходя из значимости достижения энергетической эффективности для отопления жилых домов с пассивной системой отопления, сформированы цели и задачи диссертации.

Обосновано, что повышение эффективности установки возможно за счет решения таких задач, как разработка адаптированных к климатическим условиям нашей республики жидкостных оконных блоков, расширения поверхности оконных стекол для жилых зданий, увеличение количества и улучшение теплоизоляции прозрачных ограждений, оптимизация их геометрических размеров.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Моделирование тепловых процессов, протекающих в прозрачных ограждениях посредством пассивной солнечной системы отопления»**, представлены результаты теоретических исследований по тепловым свойствам пассивной системы отопления для жидкостного оконного блока, а также анализ результатов, полученных с использованием математических моделей для стационарных и нестационарных процессов. Результаты математических моделей, созданных для стационарных и нестационарных процессов, были проверены путем сравнения с результатами эксперимента. Из-за трудности постановки граничных условий дифференциальные уравнения были решены численным методом и методом конечных разностей, алгоритм вычислений составлен на языке программирования Python.

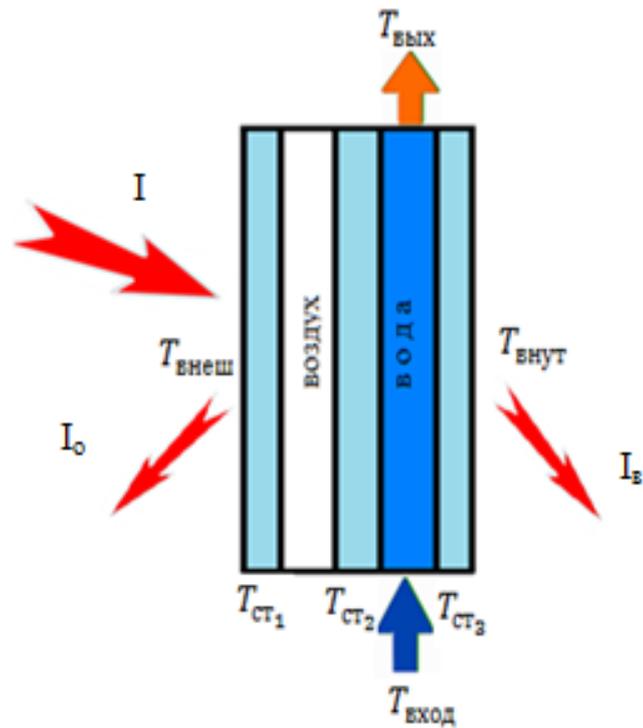


Рис.1. Поток жидкости в трехслойном оконном блоке.

На рисунке 1: $T_{СТ1}$ – первой прозрачное ограждение, $T_{СТ2}$ – второе прозрачное ограждение, $T_{СТ3}$ – третье прозрачное ограждение, $T_{ВНУТ}$ – внутренняя среда, $T_{ВХОД}$ – температура воды на входе в прозрачное ограждение, $T_{ВЫХД}$ – температура воды на выходе из прозрачного ограждения, I , I_0 , $I_В$ – солнечное излучение, падающее на поверхность, отраженное от поверхности и прошедшее через поверхность соответственно.

Исследование посвящено изучению теплотехнических параметров жидкостного оконного блока и размеров слоя изоляционного материала для изоляции наружной стены с учетом тепловых параметров 4-комнатного жилого дома, построенного по типовому проекту.

Для построения стационарной математической модели оценки энергоэффективности трехслойного жидкостного оконного блока на рисунке 1 изображено распределение солнечного излучения и температур в трехслойном оконном блоке.

Среди жидких веществ вода считается жидкостью с высокой теплоемкостью. Поэтому многие исследователи в качестве расчетной жидкости используют воду.

Температуру воды на выходе из жидкостного оконного блока определяем следующим образом:

$$T_{ВЫХ} = \frac{IA_{об} + \alpha_{ВНУТ}T_{ВНУТ} + \alpha_{ВНЕШ}T_{ВНЕШ} + \dot{m}cT_{ВХОД}}{\dot{m}c + \alpha_{ВНУТ} + \alpha_{ВНЕШ}}. \quad (1)$$

Полезный тепловой поток поглощаемый слоем жидкости, Q (Вт/м²):

$$Q = \dot{m}c(T_{ВЫХ} - T_{ВХОД}). \quad (2)$$

Максимальный тепловой поток, который может быть поглощен слоем жидкости:

$$Q = \frac{\dot{m}c}{\dot{m}c + \alpha_{\text{внеш}} + \alpha_{\text{внут}}} \left(IA_{\text{об}} + \alpha_{\text{внут}}(T_{\text{внут}} - T_{\text{вход}}) + \alpha_{\text{внеш}}(T_{\text{внеш}} - T_{\text{вход}}) \right). \quad (3)$$

Где $\alpha_{\text{внеш}}$, $\alpha_{\text{внут}}$ – коэффициенты теплопередачи внешней и внутренней среды конвекцией, Вт/(м²·°C); $A_{\text{об}}$ – коэффициент светопоглощения потока воды.

На рисунке 2 представлен график зависимости расхода воды от изменения температуры воды, выходящей из системы.

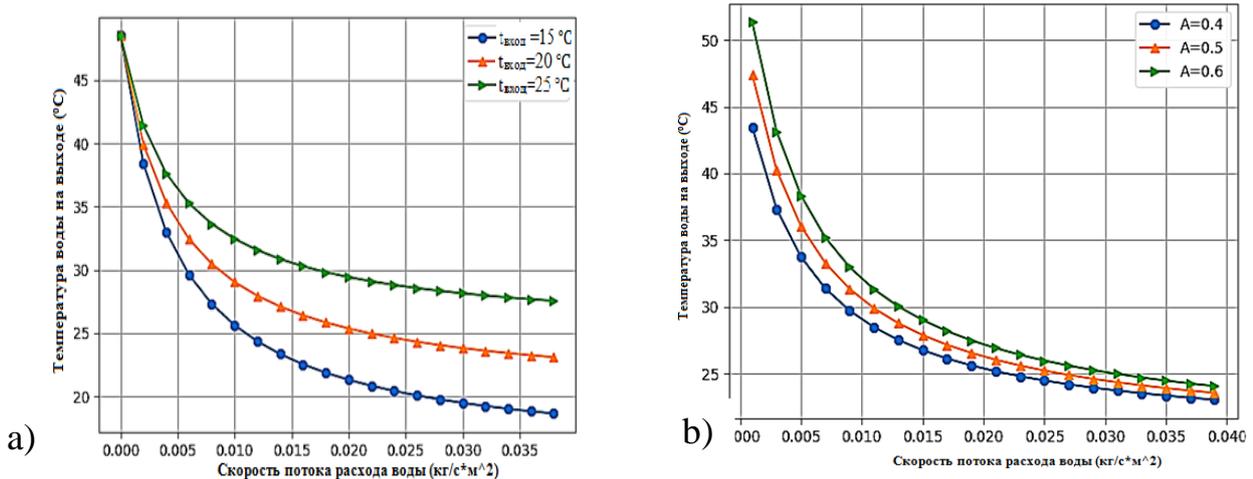


Рис.2. Температура воды на выходе из системы $T_{\text{ВЫХ}}$: (а) при переменных значениях $T_{\text{ВХОД}}$, $A_{\text{об}}$ – постоянна; (б) $T_{\text{ВХОД}}$ – постоянен при переменных значениях $A_{\text{об}}$.

На рис. 3 представлен график зависимости расхода воды от изменения теплового потока.

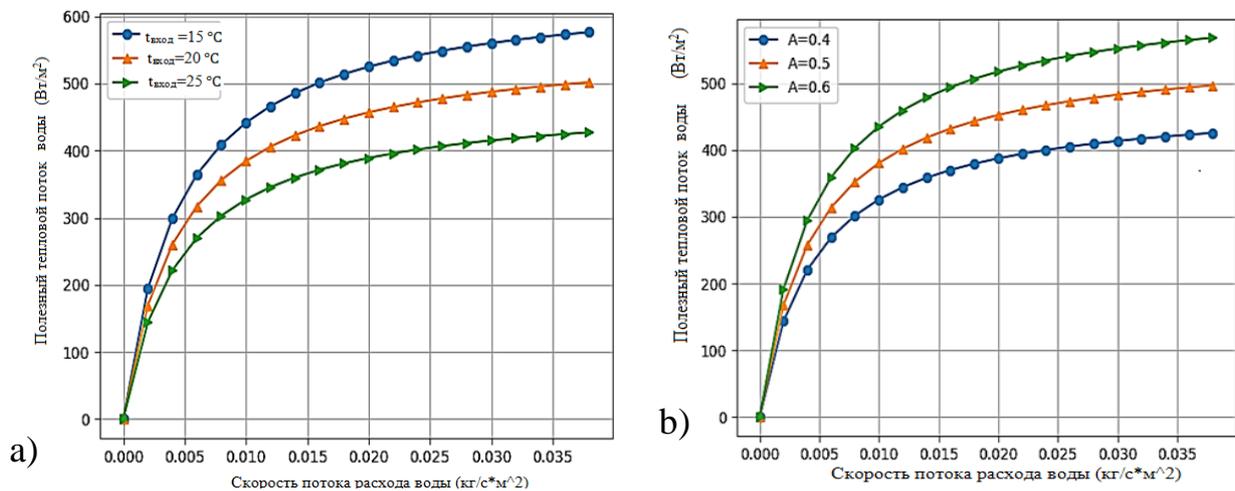


Рисунок 3. Мощность, поглощаемая водой в оконном блоке расхода воды: (а) при переменных значениях $T_{\text{ВХОД}}$, $A_{\text{об}}$ – постоянна; (б) $T_{\text{ВХОД}}$ – постоянен при переменных значениях $A_{\text{об}}$.

Таким образом, полученные численным методом результаты показали, что проведение исследований эффективно для малых значений расхода жидкости.

Для нестационарного состояния уравнение теплового баланса составлено для параметров жидкости (воды), расположенной между

наружным стеклом, вторым стеклом (внутри помещения) и прозрачными ограждениями (рис. 4).

Нестационарная математическая модель для оценки энергетической эффективности жидкостного оконного блока. Уравнение теплового баланса для наружного стекла составляется с учетом температуры окружающей среды, теплообмена с окружающей средой путем излучения, конвективного теплообмена со слоем жидкости и поглощения тепловой энергии солнечного света, а математическая формула теплового баланса выглядит следующим образом:

$$c_{ст_1} m_{ст_1} \frac{dT_{ст_1}}{d\tau} = \alpha_{изл_внеш} F_1 (T_{н.к.} - T_{ст_1}) + \alpha_{к_внеш} F_1 (T_{ст_1} - T_{внеш}) + \alpha_{к_1-в} F_1 (T_{в} - T_{ст_1}) + (\tau\alpha)_1 F_1 I, \quad (4)$$

где $c_{ст_1}$ – удельная теплоемкость наружного стекла, Дж/кг·°С; $m_{ст_1}$ – масса стекла, кг; $T_{ст_1}$ – температура наружного стекла, К; τ – время, с; $\alpha_{изл_внеш}$ – коэффициент теплопередачи от наружного стекла в окружающую среду излучения, Вт/м²·°С; $\alpha_{к_внеш}$ – коэффициент теплопередачи от наружного стекла в окружающую среду путем конвекции, Вт/м²·°С; $\alpha_{к_1-в}$ – коэффициент теплопередачи от внешнего стекла к воде конвекцией Вт/м²·°С; $(\tau\alpha)_1$ – эффективный коэффициент светопоглощения наружного стекла; F_1 – площадь наружного стекла, м²; I – суммарная солнечная радиация, падающая на наружное стекло, Вт/м²; $T_{внеш}$ – температура окружающей среды, К; $T_{н.к.}$ – радиационная температура окружающей среды (небесного купола), К; $T_{ст_1}$ – температура первого стекла, К; $T_{в}$ – температура воды, К.

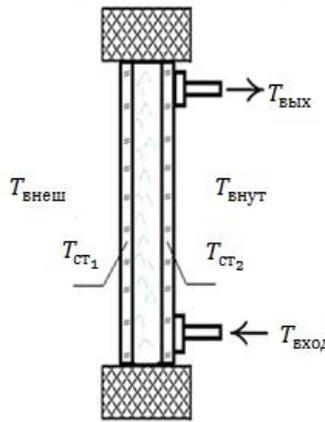


Рис.4. Поток жидкости и распределение температур между двухслойными прозрачными ограждениями

Уравнение теплового баланса для внутреннего стекла:

$$c_{ст_2} m_{ст_2} \frac{dT_{ст_2}}{d\tau} = \alpha_{к_внут} F_2 (T_{внут} - T_{ст_2}) + \alpha_{к_2-в} F_2 (T_{с} - T_{ст_2}) + (\tau\alpha)_3 F_2 I, \quad (5)$$

где $c_{ст_2}$ – удельная теплоемкость внутреннего стекла, Дж/кг·°С; $m_{ст_2}$ – масса стекла; кг; $\alpha_{к_внут}$ – коэффициент теплопередачи путем излучения между внутренним стеклом и элементами помещения, Вт/м²·°С; $\alpha_{к_2-в}$ –

коэффициент теплопередачи от жидкости внутреннему стеклу, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; F_2 – площадь внутреннего стекла, м^2 ; $T_{\text{ст}_2}$ – температура второго стекла, К ; $T_{\text{внут}}$ – температура в помещении, К ; $(\tau\alpha)_2$ – эффективный коэффициент поглощения внутренним стеклом солнечного излучения.

Уравнение теплового баланса жидкости,двигающейся между слоями двухслойного прозрачного ограждения (стекла):

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}} \frac{dT_{\text{в}}}{d\tau} = \alpha_{k_{1-\text{в}}} F_{\text{в}} (T_{\text{ст}_1} - T_{\text{в}}) + \alpha_{k_{2-\text{в}}} F_{\text{в}} (T_{\text{ст}_2} - T_{\text{в}}) + c_{\text{в}} \dot{m}_{\text{в}} H \frac{dT_{\text{в}}}{dx} + (\tau\alpha)_{\text{в}} F_{\text{в}} I, \quad (6)$$

где $c_{\text{в}}$ – удельная теплоемкость воды, $\text{Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}$; $m_{\text{в}}$ – масса жидкости, кг ; $\alpha_{k_{2-\text{в}}}$ – коэффициент теплопередачи от жидкости внутреннему стеклу, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$; H – высота столба жидкости, м ; $F_{\text{в}}$ – площадь слоя жидкости, м^2 ; $\dot{m}_{\text{в}}$ – расход потока жидкости, $\text{кг}/\text{с}$; $(\tau\alpha)_{\text{в}}$ – эффективный коэффициент поглощения солнечного излучения жидкостью.

Полезная теплота слоя жидкости рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} \dot{m} (T_{\text{вых}} - T_{\text{вход}}), \quad (7)$$

где $T_{\text{вход}}$ – температура воды на входе в слой между стеклами, К ; $T_{\text{вых}}$ – температура воды на выходе из слоя между стеклами, К .

Эффективность при нагревании слоя воды определяется по приведенной ниже формуле:

$$\eta = \frac{Q_{\text{в}}}{I \cdot F_1}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{в}}$ – полезная теплота, используемая слоем воды, Вт ; I – солнечное излучение, попадающее на наружную прозрачную поверхность, $\text{Вт}/\text{м}^2$, F_1 – площадь наружного стекла, м^2 .

Уравнения (4)-(8) были решены численным методом с помощью преобразования Лапласа. В качестве граничных условий были приняты температура окружающей среды, суммарное солнечное излучение, попадающее на поверхность установки и скорость ветра. Для определения тепловых свойств жидкостного оконного блока на языке программирования Python была создана компьютерная программа (рис.5).

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Эспериментальные исследования теплового режима прозрачных ограждений для пассивных солнечных систем отопления**», представлены результаты экспериментальных исследований.

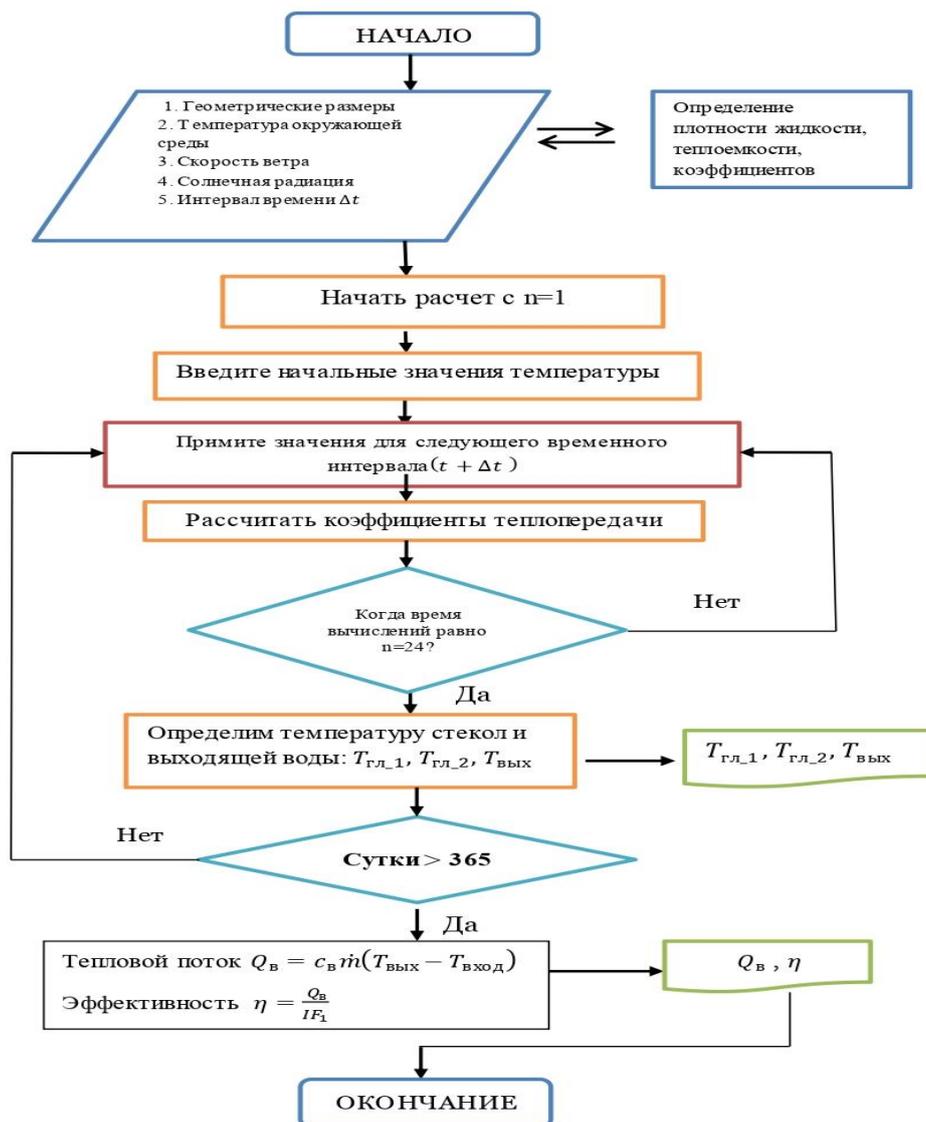


Рис.5. Алгоритм жидкостного оконного блока.

В оконном блоке, подготовленном для экспериментального испытания, в качестве прозрачного слоя использовано обычное оконное стекло. Принципиальная схема жидкостного оконного блока представлена на рисунке 6. В качестве жидкости-теплоносителя использовались вода и этиленгликоль.

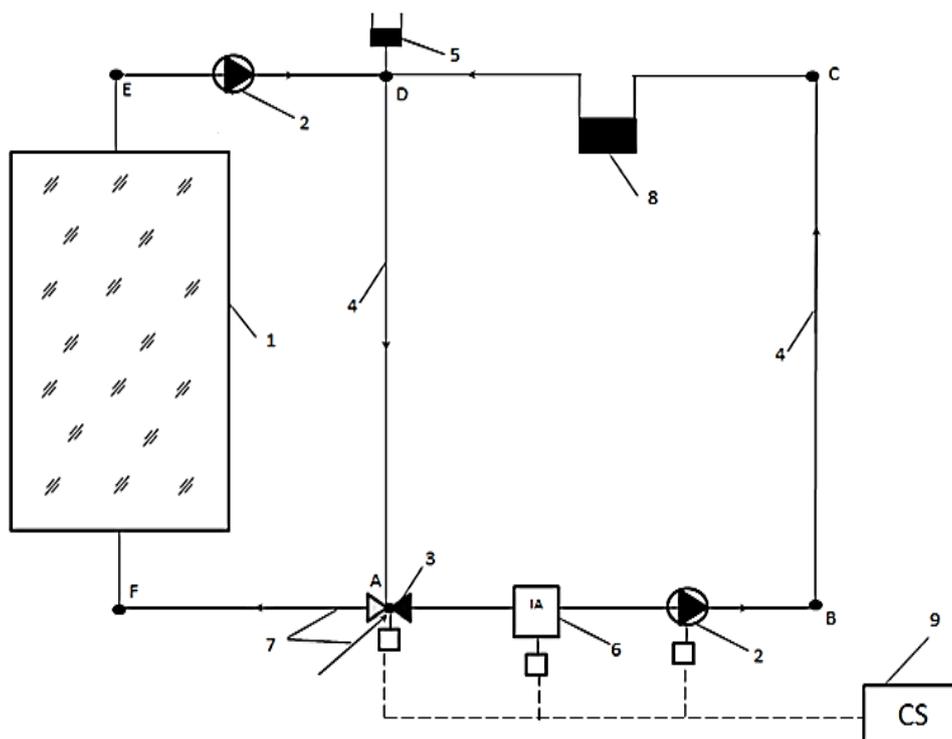


Рис.6. Тепловая схема системы отопления с оконным блоком с потоком жидкости:

1- жидкостный оконный блок; 2- циркуляционный насос (для круговорота жидкости);

3- трехходовый клапан; 4- трубы, обеспечивающие движение жидкости; 5- расширительный бачок (расширительный бачок); 6-теплообменник (нагреватель); 7- труба подачи холодной воды; 8- приборы отопления; 9- управляющий микроконтроллер.

Для исследования пассивной солнечной системы отопления на учебно-научном полигоне кафедры физики Бухарского инженерно-технологического института были изготовлены 2 энергетические установки жидкостных оконных блоков. Экспериментальные установки состоят из деревянных деталей, стекла, бака для жидкости и силиконовых труб (Рис.7). Площадь оконного блока с потоком жидкости составляет $28,7 \text{ дм}^2$, а площадь рабочей поверхности - $15,96 \text{ дм}^2$. Стёкла герметично приклеены к деревянным деталям. Каждое из стёкол имеет толщину 6 мм, а расстояние между ними составляет 8 мм. В одной из экспериментальных установок, на которых проводились исследования, использован этиленгликоль (жидкость синего цвета, изготовленная на основе стандарта ASTM D3306), а во второй – вода.

На основе результатов, проведенных изначально экспериментальных опытов, были определены теплотехнические и конструктивные параметры установки.

В энергетические установки оконного блока с потоком жидкости были залиты жидкости и проведено экспериментальное исследование в естественных условиях.



Рис.7. Вид оконного блока с потоком жидкости.

Температуру жидкости на выходе из системы, в которой энергия солнечного излучения, падающая на поверхность оконного стекла, преобразуется в полезную теплоту жидкости, определяли экспериментальным и численным методами (рис.8).

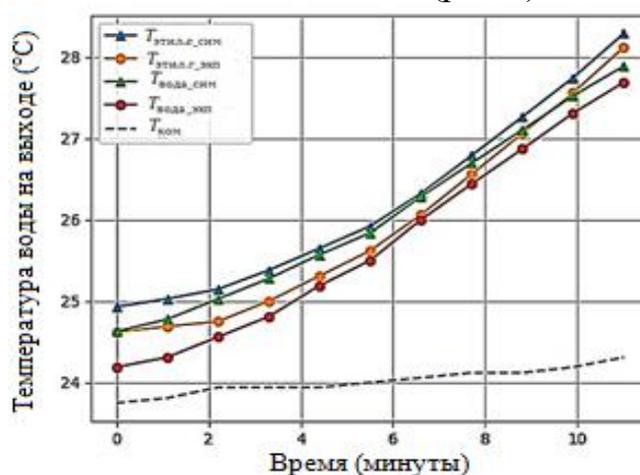


Рис.8. Результаты эксперимента, проведенного на оконном блоке с потоком жидкости: $T_{\text{этил.г. сим}}$, $T_{\text{этил.г. эксп}}$ - расчетные и экспериментальные значения температуры для жидкости этиленгликоля; $T_{\text{вода сим}}$, $T_{\text{вода эксп}}$ - расчетные и экспериментальные значения температуры для воды; $T_{\text{ком}}$ - комнатная температура.

На рис.8 сравниваются расчетные и экспериментальные значения температуры воды и этиленгликоля на выходе между прозрачными ограждениями. Судя по представленным на графике результатам, между значениями, полученными численным методом, и значениями, полученными в ходе эксперимента, в промежутке времени 10 минут наблюдается в среднем разница в $0,32^{\circ}\text{C}$ для воды и в $0,34^{\circ}\text{C}$ для этиленгликоля. Основываясь на полученных результатах, мы можем сделать следующий вывод: относительная погрешность результатов математической модели теплового баланса, построенной для оконного блока с потоком жидкости, и полученных численным методом составила соответственно 3,37% и 3,0%, а показатели коэффициента детерминации – 0,903 и 0,923. Эти значения показывают адекватность результатов, полученных численным методом.

Диаграмма изменения температур в характерных точках оконного блока с потоком жидкости была составлена с помощью тепловизора **GTC 600 C** на основе невидимых человеческому глазу тепловых излучений, отражающихся от прозрачных поверхностей, а результаты представлены на рисунке 9.

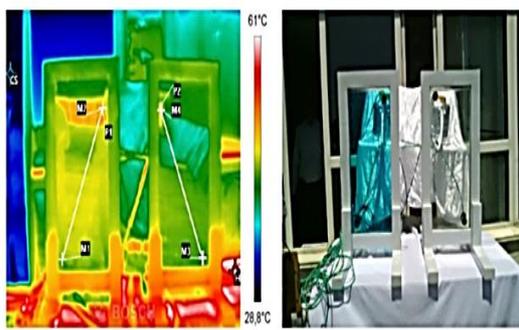


Рис.9. Тепловизионное изображение оконного блока с потоком жидкости

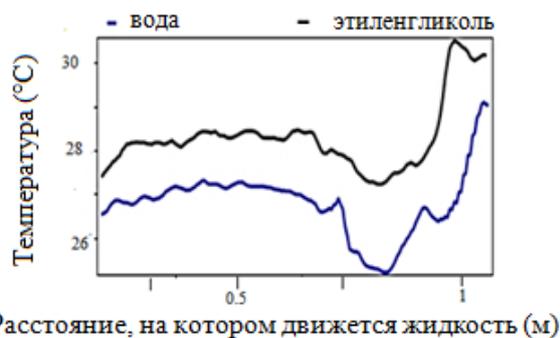


Рис.10. Изменение температуры потока жидкости в оконном блоке

На рис.10 показана диаграмма изменения температур в характерных точках оконного блока с потоком жидкости в тех случаях, когда жидкостью-теплоносителем в оконном блоке является вода и этиленгликоль. В результате в оконном блоке, в котором в качестве теплоносителя использовалась вода, зафиксированы значения температур жидкости на точке входа – 26,6°C и на точке выхода – 28,8°C. При этом, в оконном блоке, в котором в качестве теплоносителя использовался этиленгликоль, зафиксированы значения температур жидкости на точке входа – 27,5°C и на точке выхода – 30,6°C.

Для определения температуры жидкости на выходе из жидкостного оконного блока из методов планирования экспериментов был использован метод «полного факторного эксперимента» (Full Factorial Design). В рассматриваемом случае из факторов окружающей среды на тепловые процессы оказывают влияние скорость ветра, солнечное излучение и температура окружающей среды.

При проведении расчетов для определения температуры жидкости на выходе из жидкостного оконного блока была использована система уравнений математической модели, прошедшей валидацию. В результате проведенных расчетов для определения температуры жидкости на выходе из установки была получена математическая формула регрессии. При заданных в качестве граничных условий значениях суммарного солнечного излучения, падающего на единицу поверхности, в промежутке от 0 до 1200 Вт/м², температуры окружающей среды – от -20°C до 56.8°C, скорости ветра от 0 до 9,6 м/с использование математической формулы регрессии является уместным. Температура в помещении внутри здания была принята неизменной в 20°C.

Математическая формула регрессии для воды, выходящей из жидкостного оконного блока:

$$T_{\text{ВЫХ}} = 16,36 - 0,33 \cdot \vartheta_{\text{в}} + 0,02 \cdot I + 0,26 \cdot T_{\text{ОК}} \quad (9)$$

Математическая формула регрессии для этиленгликоля, выходящего из жидкостного оконного блока:

$$T_{\text{ВЫХ}} = 17,003 - 0,502 \cdot \vartheta_{\text{в}} + 0,023 \cdot I + 0,27 \cdot T_{\text{ОК}} \quad (10)$$

Адекватность уравнений 9 и 10 была проверена посредством коэффициента детерминации, показатели составили соответственно 0,96 и 0,94.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Энергетическая эффективность и экономические показатели пассивных солнечных систем отопления с прозрачными ограждениями**», приведены показатели энергетической и экономической эффективности прозрачных ограждений, их экономические показатели и теплотехнические параметры, а также показатели влияния пассивных солнечных систем отопления на экологию.

Общий коэффициент полезного действия оконного блока

$$\eta = \tau - \frac{Q}{I \cdot F_1}, \quad (11)$$

где I – солнечная радиация, падающая на поверхность оконного блока Вт/м²; τ – коэффициент светопропускания оконного блока.

Общий коэффициент полезного действия жидкостного оконного блока

$$\eta = \tau - \frac{\alpha_{\text{ВЫХ}} \cdot (T_{\text{КОМ}} - T_{\text{ГЛ1}})}{I} + \frac{\dot{m}c \cdot (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХОД}})}{IF_1}, \quad (12)$$

Результаты расчетов по определению тепловой эффективности жилых зданий, оснащенных пассивной солнечной системой отопления с оконными блоками с потоком жидкости, в течение отопительного периода года (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март) приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица-1.

Показатели тепловой эффективности пассивной солнечной системы отопления с оконным блоком с потоком воды.

№	I (Вт/м ²)	$T_{\text{ОК}}$ (°C)	ϑ (м/с)	$T_{\text{КОМ}}$ (°C)	Расход потока жидкости (кг/с)	$T_{\text{В}}$ (°C)	$Q_{\text{В}}$ (Вт)	$\eta_{\text{В}}$ (%)	$\eta_{\text{О}}$ (%)
ноябрь	258	6,1	3,3	22	0,002	20	19,5	17,2	71,8
декабрь	189,2	0,3	3,4	22	0,001	17,9	9,3	11,2	64,5
январь	224	-3,8	4	22	0,002	16,1	21,0	21,4	73
февраль	323	-2,0	3,9	22	0,001	13,3	13,6	9,6	61,5
март	447	6,5	4	22	0,002	12,9	18,5	9,4	61,8

Таблица-2.

Показатели тепловой эффективности пассивной солнечной системы отопления с проточным оконным блоком на основе этиленгликоля.

№	I (Вт/м ²)	$T_{\text{ОК}}$ (°C)	ϑ (м/с)	$T_{\text{КОМ}}$ (°C)	Расход потока жидкости (кг/с)	$T_{\text{ЭТ.ГИЛ}}$ (°C)	$Q_{\text{ЭТ.ГИЛ}}$ (Вт)	$\eta_{\text{ЭТ.ГИЛ}}$ (%)	$\eta_{\text{О}}$ (%)
ноябрь	258	6,1	3,3	22	0,002	20	30,1	26,5	80,8
декабрь	189,2	0,3	3,4	22	0,002	18,2	21,7	26,1	78,8
январь	224	-3,8	4	22	0,001	16,2	4,9	5	58,2
февраль	323	-2,0	3,9	22	0,001	17,5	7,3	5,1	59,3
март	447	6,5	4	22	0,001	19,8	17,3	8,8	63,6

Результаты расчета тепловых потерь за месяцы отопительного сезона на территории Навоийской и Ташкентской областей на I, II и III уровнях тепловой защиты для отопления типового 4-комнатного дома с площадью жилого здания 126,5 м² приведены на рисунке 11.

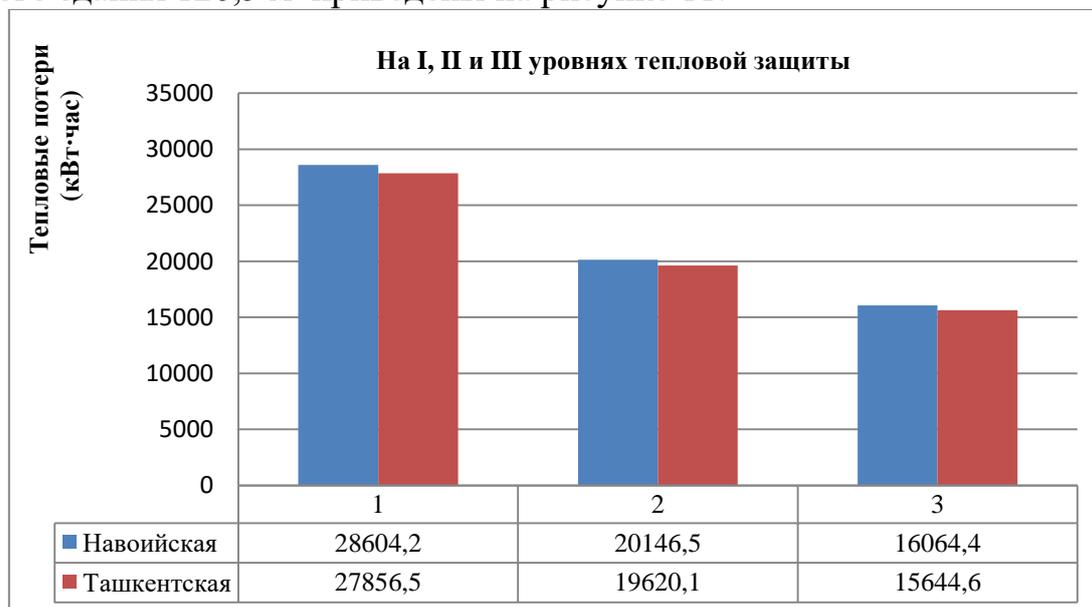


Рис.11. Показатели тепловых потерь за отопительный сезон при отоплении типового 4-комнатного жилого дома

На основе расчетов были определены показатели энергопотребления и сэкономленной энергии при отоплении расположенного на территории Навоийской и Ташкентской областей типового 4-комнатного дома с площадью жилого здания 126,5 м² для случаев, когда в качестве теплоносителя жидкостного оконного блока здания на первом уровне тепловой защиты используются вода и жидкость этиленгликоль, результаты приведены на диаграммах (рис. 12 и 13).

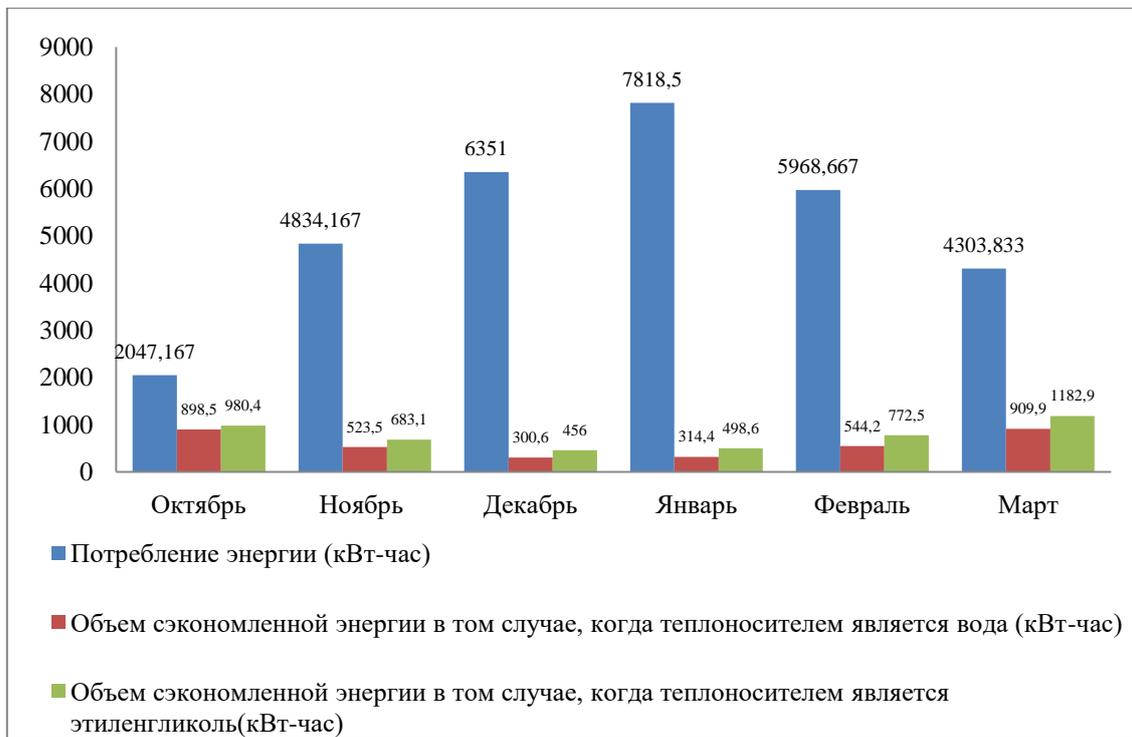


Рис.12. Показатели энергопотребления жилого здания во время отопительного сезона и объема энергии, сэкономленной с помощью жидкостного оконного блока (Навоийская область).

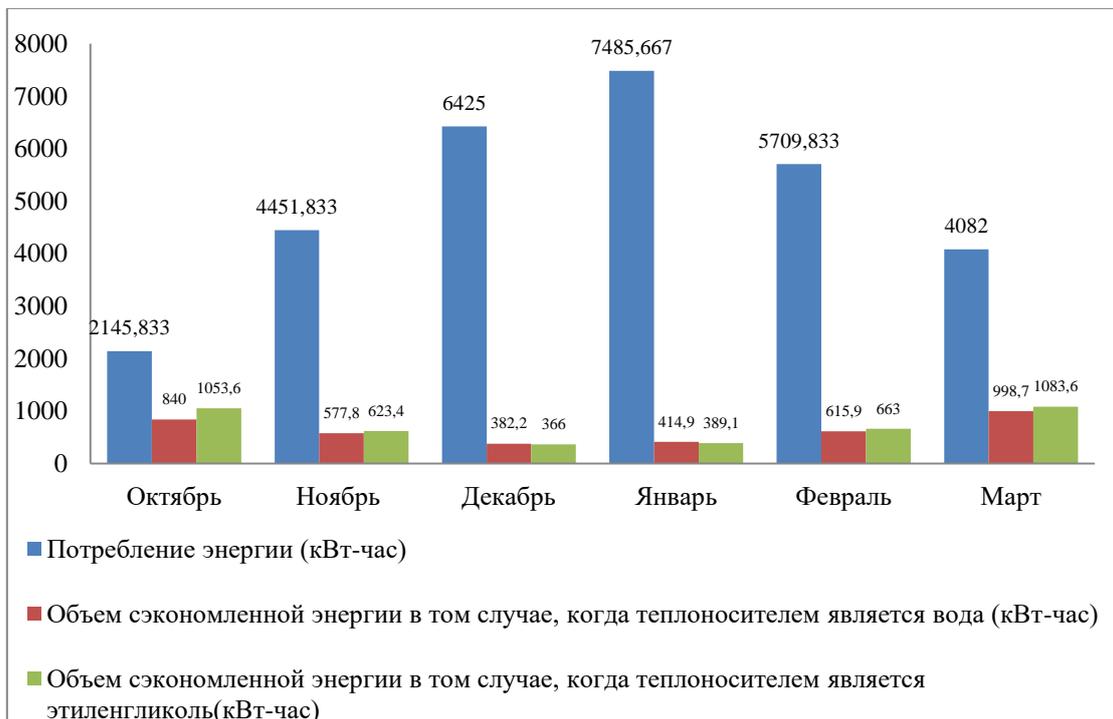


Рис.13. Показатели энергопотребления жилого здания во время отопительного сезона и объема энергии, сэкономленной с помощью жидкостного оконного блока (Ташкентская область).

Результаты расчетов динамики изменения коэффициента возмещения энергии для Навоийской и Ташкентской областей, расходуемой для

отопления жилого здания во время отопительного сезона, с помощью оконного блока с потоком жидкости показаны на диаграмме (рис.14).



Рис.14. Показатели коэффициента возмещения энергии жилого здания во время отопительного сезона

В целях снижения энергопотребления в жилых домах имеется возможность снижения потерь энергии и экономии энергии топлива с помощью жидкостного оконного блока с пассивной солнечной системой отопления. В Навоийской области в случаях, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовалась вода, в октябре и марте отопительного сезона были зафиксированы высокие показатели экономии энергии – 898,5 и 909,9 кВт-час соответственно. Самый высокий показатель коэффициента возмещения энергии – 43,90% был зафиксирован в октябре. В Навоийской области в месяцы отопительного сезона более высокие показатели экономии энергии наблюдались в тех случаях, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовался этиленгликоль, чем при использовании в качестве теплоносителя воды. Обосновано, что годовая экономия энергии составляет 3491,1 кВт-час, а коэффициент возмещения энергии превышает 15%. В Ташкентской области в случае, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовалась вода, высокие показатели экономии энергии были зафиксированы в первом и последнем месяцах отопительного сезона – октябре и марте, тогда они составили 840 кВт-час и 998,7 кВт-час соответственно. Самый высокий показатель коэффициента возмещения энергии – 39,10% был зафиксирован в октябре. В Ташкентской области в течение отопительного сезона более высокие показатели экономии энергии были отмечены в случае, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовался

этиленгликоль, чем при использовании в качестве теплоносителя воды. Обосновано, что годовая экономия энергии составляет 3829,5 кВт-час, а коэффициент возмещения энергии превышает 16%. В области в случаях, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовался этиленгликоль, высокий показатель экономии энергии был зафиксирован в марте-1083,6 кВт-час. Самый высокий показатель коэффициента возмещения энергии – 49.10% зафиксирован в октябре.

Для отопления 4-комнатного типового дома в месяцы отопительного сезона расходуется в среднем 3030,17 кВт-час энергии. В случае, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке используется вода, экономия энергии составила 3829,5 кВт-час, коэффициент возмещения энергии – 16,47%, а в случае, когда теплоносителем является этиленгликоль, экономия энергии составила 4178,7 кВт-час, а коэффициент возмещения энергии – 18,68%. В результате было установлено, что жидкость этиленгликоль в силу своих теплофизических свойств превосходит воду по энергоэффективности.

При помощи изготовленного оконного блока с потоком жидкости в среднем за год удалось достичь экономии теплового потока в размере 135 кВт-час /м². В результате чего при использовании оконного блока с потоком жидкости в течение отопительного сезона года была достигнута экономическая эффективность в размере 60 750 сумов. Затраты на изготовление оконного блока с потоком жидкости составили 260 000 сумов. Таким образом, срок окупаемости оконного блока с потоком жидкости составил 4,3 года.

По расчетам, потребность в энергии на отопление жилого дома с неутепленными стенами составляет 143 823 кВт/м² в год. Анализ эффективности покрытия наружных стен жилого дома изоляционным материалом (минеральным волокном) показывает, что этот показатель снижается на 84 193 кВт/м² в год, достигается экономия электроэнергии 41,5 процента. Построение алгоритма позволило определить, что оптимальная толщина изоляционного материала для Бухарской области составляет 14 053 мм. При этом объем выбросов газа CO₂ в окружающую среду сокращается на 25,221 кг/м²·год. Срок окупаемости общих затрат составляет 1,41 года. Экономическая эффективность достигла 23 158 сумов на единицу поверхности.

Было исследовано изменение затрат на топливо и изоляционный материал для отопления и охлаждения жилого дома в Бухарской области в зависимости от толщины изоляционного материала, результат изображен графически (рис.15).

Определены показатели толщины изоляционного материала на единицу поверхности наружной стены жилого дома и годовой потребности в энергии, исходя из толщины таких изоляционных материалов, как минеральное волокно и полистирол (рис.16).

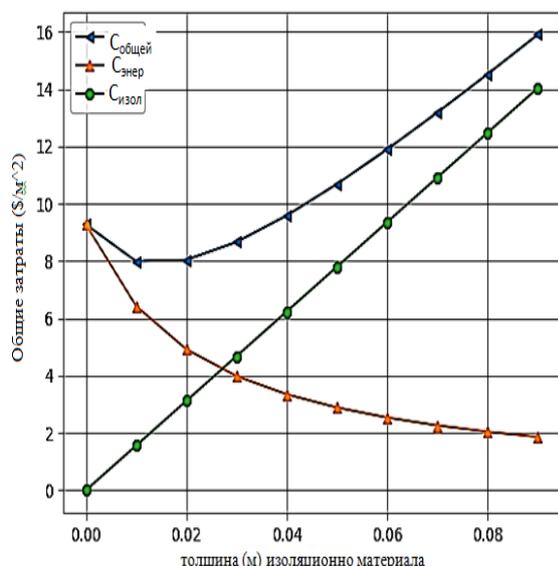


Рисунок 15. Зависимость годовой стоимости энергии для охлаждения и отопления единицы поверхности наружной стены (C_{топливо}), стоимости изоляционного материала (C_{изоляция}) и общих затрат (C_{общая}) от толщины изоляционного материала

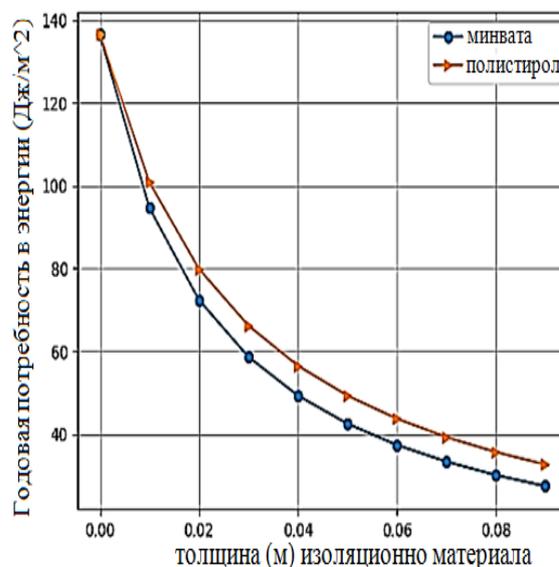


Рисунок 16 Зависимость годовой потребности в энергии от толщины изоляционных материалов – минерального волокна и полистирола

Использование оконных блоков с потоком жидкости при эксплуатации жилых домов с пассивной солнечной системой отопления обеспечивает сокращение выбросов в окружающую среду вредных газов, одним из которых является углекислый газ CO₂. Сокращение выбросов вредных газов определяется посредством следующей формулы

$$M_{CO_2} = \frac{Q_B}{\chi \cdot \eta} K_{CO_2} \frac{44}{12}, \quad (13)$$

где M_{CO_2} - масса сокращенного выброса в окружающую среду вредных газов в результате использования солнечных установок, кг/м²·год, Q_B - полезная энергия, полученная в результате использования солнечных установок, Дж; χ - удельная теплота сгорания традиционного топлива, Дж/кг; η - коэффициент полезного действия источника тепла; K_{CO_2} - коэффициент углеродной эмиссии для различных источников энергии.

В течение отопительного периода для жилых зданий на территории Навоийской области выбросы вредных газов сократятся: при использовании воды в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке – на 689,5 кг, а при использовании в качестве теплоносителя этиленгликоля – на 903,3 кг. На территории Ташкентской области сокращение выбросов вредных газов составит: при использовании воды в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке – на 756,4 кг, а при использовании в качестве теплоносителя этиленгликоля – на 825,4 кг.

ВЫВОДЫ

На основании результатов научных исследований, проведенных для решения поставленных в диссертационной работе задач, были предложены следующие выводы:

1. Впервые разработана тепловая схема системы отопления с жидкостным оконным блоком, позволяющая повысить энергоэффективность жилого здания путем использования для его отопления и сохранения тепла жидкостного оконного блока, прозрачных ограждений, жидкости, циркуляционного насоса, трехходового клапана, труб, обеспечивающих движение жидкости, расширительного бака, трубы подачи холодной воды и управляющего микроконтроллера.

2. Разработана усовершенствованная энергосберегающая экспериментальная установка жидкостного оконного блока, которая позволяет экономить энергию из традиционных источников, расходуемую на отопление зданий, и состоит из прозрачных ограждений, жидкости, циркуляционного насоса, трехходового клапана, труб, обеспечивающих движение жидкости, расширительного бака, трубы подачи холодной воды и управляющего микроконтроллера.

3. Разработана математическая модель уравнений теплового баланса, позволяющих производить расчеты температурного режима оконных блоков с потоком жидкости в статическом и динамическом положениях, исходя из температуры наружного воздуха, солнечного излучения, скорости ветра и теплотехнических параметров конструкций здания, на их основе создана компьютерная программа;

4. В системе отопления с жидкостным оконным блоком, применяемой для отопления типового 4-комнатного жилого здания площадью 126,5 м², в случаях, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовалась вода, в ходе отопительного сезона в октябре и марте были зафиксированы высокие показатели экономии энергии: в Навоийской области – 898,5 кВт-час и 909,9 кВт-час, в Ташкентской области – 840 кВт-час и 998,7 кВт-час соответственно. В этих регионах коэффициенты возмещения энергии достигли наибольших показателей в октябре, составив 39,1% и 43,9%.

5. В системе отопления с жидкостным оконным блоком, позволяющим повысить энергоэффективность пассивной солнечной системы отопления, в случаях, когда в качестве теплоносителя в жидкостном оконном блоке использовался этиленгликоль, в ходе отопительного сезона в октябре и марте были также зафиксированы высокие показатели экономии энергии: в Навоийской области – 980,4 кВт-час и 1182,9 кВт-час, в Ташкентской области – 1053,6 кВт-час и 1083,6 кВт-час соответственно. В этих регионах коэффициенты возмещения энергии достигли наибольших показателей в октябре, составив 47,9% и 49,1%. В результате было обосновано, что

жидкость этиленгликоль в силу своих теплофизических свойств превосходит воду по энергоэффективности.

6. Предложено уравнение, которое позволяет рассчитать оптимальную толщину изоляционного материала, предназначенного для покрытия наружных стен жилых зданий в целях сокращения расходов на топливо во время отопительного и охлаждающего периодов года. В результате было обосновано, что, принимая во внимание особенности отопительного и охлаждающего периодов, во всех регионах нашей республики экономически эффективно использовать для теплоизоляции наружных стен зданий изоляционный материал (минеральное волокно) оптимальной толщиной от 1,53 см до 1,65 см. Установлено, что это позволяет в отопительный и охлаждающий периоды года, снизив удельную тепловую нагрузку на первом уровне тепловой защиты, экономить 59,63 кВт-час электроэнергии на единицу поверхности и достичь экономической эффективности в 23 158 сумов на единицу поверхности.

7. Посредством покрытия наружных стен жилых зданий изоляционным материалом (минеральным волокном) достигнута экономия энергии в 41,5%, а также установлено, что использование жидкостных оконных блоков позволяет экономить энергию: в Навоийской области – в объеме 3491,1 кВт-час в год при использовании в качестве теплоносителя воды и в объеме 4573,5 при использовании в качестве теплоносителя этиленгликоля, а в Ташкентской области – в объеме 3829,5 кВт-час в год при использовании в качестве теплоносителя воды и в объеме 4178,7 при использовании в качестве теплоносителя этиленгликоля.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03 / 30.09.2020.T.111.03 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT
KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS INSTITUTE**

BUKHARA ENGINEERING-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

AKHROROVA MUNIRA IBRAGIMOVNA

**IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF ENERGY-SAVING
TRANSPARENT BARRIERS FOR PASSIVE SOLAR HEATING SYSTEMS**

05.05.06 – Power plants on the basis of renewable energy

**ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) DISSERTATION
IN TECHNICAL SCIENCES**

Karshi – 2024

Theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) in technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under B2024.2.PhD/T4697.

Dissertation has been prepared at the Bukhara engineering-technological institute
The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the scientific council (www.qmii.uz) and on Information and educational portal "Ziynet" (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Makhmudov Makhsud Idrisovich
Doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Akhadov Jabir Zamirovich
Doctor of technical sciences, senior scientific researcher

Fayziyev To'liqin Amirovich
Candidate of technical sciences, professor

Leading organization:

**Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers-
National Research University**

The defense of PhD dissertation will take place 23 11 2024 at 14⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council PhD.03/30.09.2020.T.111.03 at Karshi engineering-economics institute (Address: 180100, Karshi city, Mustakillik street, 225. Conference hall of the Karshi engineering-economics institute Phone: (99875) 224-02-89, Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiet_info@edu.uz).

The PhD thesis can be found at the Information-resource Center of the Karshi engineering-economics institute (registered with number 119). (Address: 180100, Karshi city, Mustakillik street, 225. Phone: (99875) 224-02-89, Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiet_info@edu.uz).

Abstract of dissertation sent on 12 11 2024 year.
(Register of the distribution protocol on No 25 on 11 11 2024 year)


G.N. Uzokov
Chairman of scientific council for awarding
Scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

Kh. A. Davlonov
Scientific secretary of the scientific council for awarding
Scientific degrees, doctor of philosophy of technical sciences, docent

B. Urishov
Chairman of the scientific seminar under the scientific
Council for awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim is of the research work is to increase the thermal efficiency of energy-saving transparent enclosures for passive solar heating systems.

The tasks of the research:

development of a thermal scheme for a heating system with a liquid window unit, allowing for increased energy efficiency of a passive solar system integrated into a residential building;

development of an experimental setup for an energy-saving liquid window unit consisting of a transparent enclosure, liquid, a circulation pump, a three-way valve, pipes that ensure the movement of liquid, an expansion tank, a pipe for supplying cold water, and a control microcontroller;

development of a mathematical model of heat balance equations that make it possible to determine the thermal characteristics of residential buildings equipped with a window block with transparent fencing, based on the climatic conditions of the region;

development of a computer program for calculating the optimal value of the thickness of the insulating layer of external walls of residential buildings with a passive solar heating system, based on the degree-day value;

obtaining an empirical equation that allows, based on the generalization of the results of experimental studies conducted under natural conditions, to determine the temperature of water leaving a liquid window block, depending on solar radiation, wind speed and ambient temperature at any time of day.

The object of the study is the energy installation of a window block with energy-saving transparent fencing and the thermal engineering parameters of this installation.

The scientific novelty of the research work is as follows:

for the first time, a thermal circuit for a liquid window unit has been developed that allows for increasing the energy efficiency of a residential building by integrating it into the building's heating system and consists of a liquid window unit, a transparent enclosure, liquid, a circulation pump, a three-way valve, pipes that ensure the movement of liquid, an expansion tank, a pipe for supplying cold water and a control microcontroller (FAP 2527);

an experimental installation of an energy-saving liquid window unit has been developed, which allows saving energy spent on heating from traditional sources and consists of a transparent fence, liquid, a circulation pump, a three-way valve, pipes that ensure the movement of liquid, an expansion tank, a pipe for supplying cold water and a control microcontroller;

a mathematical model has been developed that allows calculating the temperature regime of heat balance equations for liquid window units in static and dynamic positions, based on the external temperature, solar radiation, wind speed and thermal parameters of residential building structures;

by generalizing the results of experimental studies of the thermal regime of a liquid window block, an empirical equation was obtained that allows, based on the values of solar radiation, wind speed and ambient temperature, to determine the temperature of the liquid flowing out of the window block for any time of day.

Implementation of research results. Based on scientific results on energy saving and increasing thermal efficiency of residential buildings:

a patent for a utility model of a heating system circuit with a liquid window unit (No. FAP 2527; 27.06.2024) was obtained from the state institution “Intellectual Property Center” under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan. As a result, an energy-saving liquid window unit integrated into a residential building was developed;

the installation of a liquid window unit was implemented in the building of the State Unitary Enterprise “Buxoro issiqlik manbai” (certificate of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan No. 04-13-4445 dated 27.06 2024). As a result, the economic efficiency of installing a liquid window unit during the heating season amounted to 24 706 soums per unit of surface;

Insulating material, the optimal dimensions of which were scientifically substantiated in order to reduce energy losses through the external walls of residential buildings, was introduced during the construction of a multi-storey building of WEGA SHOP STROY LLC (certificate of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan No. 04-13-4445 dated 27.06 2024). As a result, by covering the external walls of a residential building with insulating material (mineral fiber) during the heating and cooling periods of the year, fuel energy savings of 78,501 kW-hour and economic efficiency of 23 158 soums per unit of external wall surface were achieved.

Publication of research results. A total of 20 scientific papers have been published on the topic of the dissertation, including 1 article in a foreign journal and 5 in national journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations, as well as 2 articles in foreign journals, abstracts for 8 international and national conferences. The State Institution “Intellectual Property Center” under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan received 1 patent for a utility model and 3 certificates for a computer program.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, appendices, 49 figures and 37 tables. The volume of the dissertation is 117 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (1 часть; part 1)

1. Axrorova M.I., Maxmudov M.I., Samiyev K.A. “Suyuqlikli deraza blokiga ega isitish tizimining issiqlik sxemasi” // O‘zbekiston Respublikasi adliya vazirligi. Foydali modelga patent guvohnomasi № FAP 2527 27.06.2024 y.

2. Akhrorova M.I. “Energy efficiency of energy saving transparent barriers in passive solar heating systems”. // “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy – texnikaviy jurnal. ISSN 2181-8193. №6/2023. Buxoro sh. 184-190 betlar. (05.00.00; № 24).

3. Komilov O. and Akhrorova M. // “Improvement of the method of calculation of the reduced heat transfer resistance of light openings of buildings”, “Journal of Physics: Conference Series”, 2573(2023)012045, AAPM-2023. P. 1-7 (United Kingdom. IOP Publishing. Scopus, DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2573/1/012045>)

4. Махмудов М.И., Комилов О.С., Ахророва М.И. “Тепловая эффективность трехслойного светопрозрачного ограждения с частично лучепоглощающим водяным потоком” // “Развитие науки и технологий” Научно–технический журнал. ISSN 2181-8193. №6/2023. Бухара г. С. 166-171. (05.00.00; № 24).

5. Махмудов М.И., Комилов О.С., Ахророва М.И. “Совершенствование методики расчета приведенного сопротивления теплопередачи световых проемов зданий”. // “Развитие науки и технологий” Научно–технический журнал. ISSN 2181-8193. №3/2023. Бухара г. С. 4-9. (05.00.00; № 24).

6. Махмудов М.И., Комилов О.С., Ахророва М.И. “Исследование тепловых потерь через светопрозрачные проемы помещений” // “Развитие науки и технологий” Научно–технический журнал. ISSN 2181-8193. №3/2023. Бухара г. С. 130-134. (05.00.00; № 24).

7. Махмудов М.И., Комилов О.С., Ахророва М.И. “Расчет теплоступлений в помещение через остеклённые световые проемы” // “Развитие науки и технологий” Научно–технический журнал. ISSN 2181-8193. №4/2023. Бухара г. С. 111-116. (05.00.00; № 24).

II bo'lim (2 часть; part 2)

8. Махмудов М.И., Комилов О.С., Садыков И.Ш., Ахророва М.И. Тепловая эффективность трехслойного светопрозрачного ограждения с частично луче поглощающим водяным потоком. // Journal of intellectual property and human rights . Volume: 02 № 06 2023. ISSN: 2720-6882. С. 78-86. IF (Polsha, Impact Factor=8.2)

9. Комилов О.С., Ахророва М.И., Хамидов Я.Я., Садыков И.Ш. Расчет теплоступлений в помещения через остеклённые световые проёмы.//

Central asian journal of medical and natural sciences. Volume: 04 № 02. 2023
ISSN: 2660-4159 С. 329-336 (Spain, CC - BY 4.0)

10. Махмудов М.И., Самиев К.А., Ахророва М.И. “Турар-жой бинолари ташқи деворларига ўрнатилган изоляция қатлами қалинлигининг иқтисодий оптимал қийматини иситиш ва совутишнинг градус-суткалари асосида аниқловчи компьютер дастури”. // № ВГУ 00545 09.03.2022.

11. Комилов О.С., Ахророва М. И. Определение оптимальной толщины изоляции на основе расчета тепловых потерь и экономического анализа для наружных стен зданий // “Современные проблемы физики, энергетики и теплотехники” Тезисы второй научно-практической конференции для молодых ученых. Ташкент 23 ноября 2023 С.117-119.

12. Ахророва М.И. “Passiv quyosh isitish tizimiga ega turar-joy binolarida energiya tejash”. // Iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitlarida eneretikaning dolzarb muammolari Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Buxoro 2022 yil 24-26 noyabr 534-537 bet.

13. Maxmudov M. I., Samiyev K. A., Axrorova M. I. Energiya tejoychi deraza bloklarining energetik parametrlarini aniqlovchi kompyuter dasturi. // O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi № DGU 35842 04.04.2024 y.

14. Axrorova M. I. Turar-joy binolari tashqi devorlariga o‘rnatilgan izolyasiya qatlami qalinligining iqtisodiy optimal qiymatini isitish va sovutishning gradus-sutkalari asosida. // Inson qadrini ulug‘lash va faol mahalla yiliga bag‘ishlangan professor-o‘qituvchilar, ilmiy izlanuvchilar, magistrlar va talabalarining ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro 2022 yil 27-28 may, 123- bet.

15. Axrorova M.I. Bino devorlarining energiya tejamkorligida izolyatsiya materiallarining o‘rni. // Yengil sanoatda fan-ta’lim va ishlab chiqarishning innovatsion yechimlari. Respublika ilmiy – amaliy anjumani materiallari Buxoro 2021 y 2-tom 21 aprel 155-160 b.

16. Komilov O.S., Axrorova M.I. Isitish mavsumida energiya tejash CO₂ va SO₂ miqdorini kamaytirish. // Energetika sohasini rivojlantirishda muqobil energiya manbalarining roli mavzusida vazirlik miqyosida ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. Namangan 2022-yil 28-29- aprel, 179-182 bet.

17. Комилов О.С., Ахророва М.И. Совершенствование методики расчета приведенного сопротивления теплопередачи световых проемов зданий. // Международная конференция. Классический и квантовый релятивистский идеальный газ. Г. Бухара 2023 г. 28 февраля - 1 марта., С. 88-90

18. Комилов О.С., Ахророва М.И. Энергоэффективные здания. // Международная конференция. Классический и квантовый релятивистский идеальный газ. Г. Бухара 2023 г. 28 февраля - 1 марта., С. 90-91

19. Maxmudov M.I., Komilov O.S., Axrorova M.I., Turdiev X.X. Yassi ko‘p qatlamli devorning issiqlik o‘tkazuvchanligi. // O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi № DGU 23265 14.03.2023 y.

20. Комилов О.С., Махмудов М.И., Ахророва М.И. Исследования энергоэффективность сложных светопрозрачных ограждающих конструкции с водяным потоком. // Sanoat va qishloq xo‘jalik tarmoqlarida ekologiya va

mehnat muhofazasi muammolari. Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani
Buxoro 2023 yil 19-20 oktyabr 385-386 bet.

Avtoreferat «Innovatsion texnologiyalar» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan
o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (tezis) tillaridagi matnlar
mosligi tekshirildi (21.10.2024 y.)

Bosmaga ruxsat etildi: 11.11.2024-yil.
Bichimi 60x45 $\frac{1}{8}$, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,40 Adadi: 80. Buyurtma: №162
QarMII «INTELLET» nashriyoti MIU bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Qarshi shahri, Mustaqillik ko‘chasi, 225-uy.

